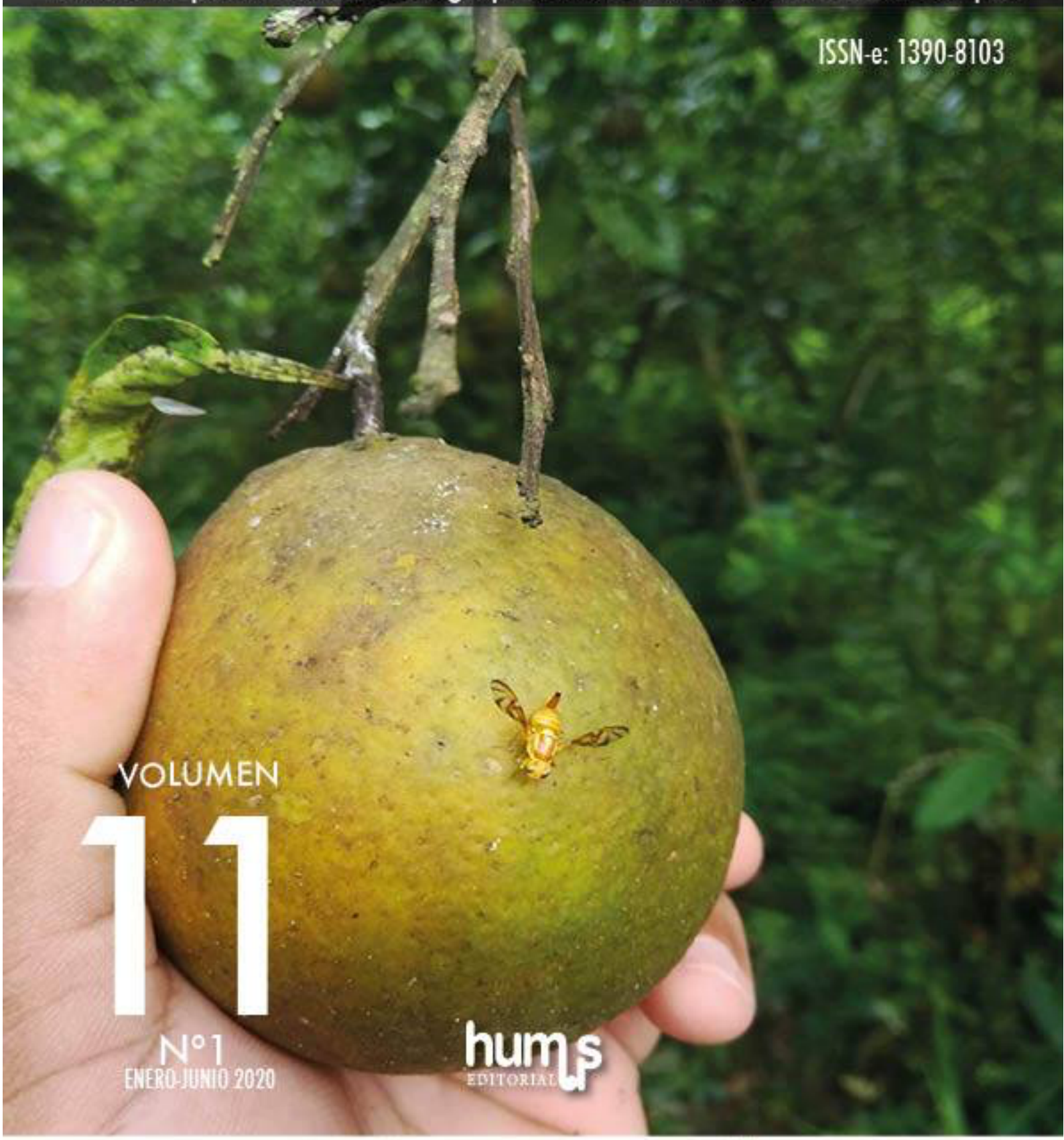
REVISTA
ESPAMCIENCIA
para el agro

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López

ISSN-e: 1390-8103



VOLUMEN
11
Nº1
ENERO-JUNIO 2020

humanidades EDITORIAL

latindex BASE REDIB Red Iberoamericana DOAJ MIAR PERIÓDICA OAJI.net Dialnet

REVISTA ESPAMCIENCIA
para el agro

MOSCAS DE LA FRUTA (DIPTERA: TEPHRITIDAE) Y SUS HOSPEDEROS EN EL ÁREA DEL CARRIZAL-CHONE, MANABÍ

FRUIT FLIES (DIPTERA: TEPHRITIDAE) AND THEIR HOSTS IN THE CARRIZAL-CHONE AREA, MANABI

Milton Alejandro Bermúdez-Vera[1], Osvaldo Alberto Fosado-Tellez[2], Ernesto Gonzalo Cañarte-Bermúdez[3]

[1]Maestría de Producción Agrícola Sostenible, Instituto de Posgrado, Universidad Técnica de Manabí Portoviejo-Ecuador
[2]Instituto de Posgrado y Facultad de Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica de Manabí Portoviejo-Ecuador
[3]Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Portoviejo-Ecuador

Email: milton-agricola@hotmail.es

Información del artículo

Tipo de artículo:
Artículo original

Recibido:
20/04/2020

Aceptado:
29/06/2020

Licencia:
CC BY-NC-SA 4.0

Revista ESPAMCIENCIA
11(1):1-11

DOI:
https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v11i1.204

Resumen

El sistema Carrizal-Chone representa el proyecto hídrico más importante de Manabí, Ecuador, donde existen huertos, compuestos por frutales, que son afectados por "moscas de la fruta", reportadas como las principales plagas de cultivos hortofrutícolas en el mundo. Esta investigación tuvo como objetivo auxiliar el conocimiento de esta plaga, a través de la detección de la presencia de las principales especies de "moscas de la fruta", asociadas a la diversidad de frutales presentes en el área del sistema de riego Carrizal-Chone en Manabí. Se implementaron dos rutas de monitoreo en el área de estudio, evaluando 24 trampas caseras, utilizando como atrayente extracto fermentado de maracuyá. Las trampas fueron recolectadas cada 15 días, recuperando las "moscas de la fruta" en frascos con alcohol y reponiendo en cada fecha el atrayente. Paralelamente, fueron recolectados frutos con evidencia de la plaga. Las muestras fueron procesadas en los laboratorios de Entomología de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí y del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. A partir de los datos, se obtuvo la identificación de especies, hospederos, distribución, dinámica poblacional e índice Mosca por Trampa por Día (MTD). Se identificaron seis especies, de las cuales *Anastrepha fraterculus* y *Anastrepha obliqua* son las de más amplia distribución. Los frutos más frecuentes fueron: guayaba, ovo, mango, arazá, zapote, fruta china, y mamey colorado. Se determinó que la disponibilidad y abundancia de frutas hospederas y especies nativas, son factores importantes que influyen sobre la fluctuación y temporalidad de las poblaciones de las "moscas de la fruta".

Palabras clave: Anastrepha, *Ceratitis capitata,* distribución, fluctuación poblacional, trampas caseras.

Abstract

The Carrizal-Chone system represents the most important water project of Manabí, Ecuador where there are gardens consisting of fruit trees, which are affected by "fruit flies" (Diptera: Tephritidae), reported as the main pests of fruit and vegetable crops in the world. The research aimed to identify the fruit flies species, hosts, and their geographical distribution in the area of influence of the Carrizal-Chone water system. Two monitoring routes were implemented in the studying area, 24 home-made traps were evaluated, using passion fruit fermented extract as a bait. Traps were collected every fifteen days, preserving the "fruit flies" in a jar with alcohol and changing the bait at a time. Simultaneously, fruits with flies evidence were collected. Samples were processed in the entomology laboratories of the Agricultural Polytechnic of Manabí and the National Institute of Agricultural Research. From the data, it was possible to identify species, hosts, distribution, population dynamics, and index fly per trap per day (MTD). Six species were identified of which *Anastrepha fraterculus* y *Anastrepha obliqua* belong to the widest distribution. The fruits collected were guava, mombin, mango, araza, sapote, star fruit, and mamey sapote. It was determined that availability and plenty of fruit hosts and native species are important factors that influence the fluctuation and temporality of "fruit flies" populations.

Keywords: Anastrepha, *Ceratitis capitata*, distribution, population fluctuation, home-made traps

INTRODUCCIÓN

El Carrizal-Chone, representa el sistema de riego de mayor envergadura en la provincia de Manabí-Ecuador, irrigando 13 268 ha, en los cantones de Bolívar, Chone, Tosagua y Junín (SENAGUA, 2017), donde sse aprecian huertos frutales mixtos de subsistencias de pequeños y medianos productores de mango (*Mangifera indica*), limón (*Citrus x aurantifolia*), mandarina (*Citrus reticulata*), naranja (*Citrus x sinensis*), toronja (*Citrus x paradise*), papaya (*Carica papaya*), caimito (*Chrysophyllum cainito*), mamey serrano (*Mammea americana*), zapote (*Quararibea cordata*), cereza (*Prunus cerasus*), guayaba (*Psidium guajava*), guanábana (*Annona muricata*), chirimoya (*Annona cherimola*), aguacate (*Persea americana*), ovo (*Spondias* sp.), anona (*Annona reticulata*), pechiche (*Vitex cymosa*) entre otros, manejados con poca o nula tecnología. Estos frutales, son parte de varios sistemas de producción de cultivos de importancia económica para el país, como cacao, café y cítricos. En estas condiciones, estos frutales quedan expuestos a una diversidad de problemas fitosanitarios, entre ellos, un complejo de "moscas de la fruta" (MF), de los géneros *Anastrepha* y *Ceratitis* (Diptera: Tephritidae), que constituyen una de sus principales plagas (Gonzáles *et al*., 2011).

La familia Tephritidae es considerada una de las plagas de mayor impacto económico en la producción mundial de cultivos hortofrutícolas (Kuzina *et al*., 2001), siendo muy destructivas en una diversidad de cultivo de flores, verduras, frutas caducifolia, subtropicales y tropicales (Gómez-Cendra *et al*., 2011), como manzanas *Malus domestica*, melocotón *Prunus persica* L. (Rosaceae), pera *Pyrus communis*, cítricos *Citrus* spp., mango *Mangifera indica* (Kuzina *et al*., 2001; Thomas *et al*., 2001; Vargas *et al*., 2008; Li *et al*., 2011; Vargas *et al*., 2012; Godefroid *et al*., 2015; Qin *et al*., 2015; Faria *et al*., 2018), moras *Rubus glaucus* (Rosaceae) (Aluja *et al*., 2003a), comprometiendo a países productores, por el alto costo de inversión a causa de la pérdida de cosechas, acceso a mercados, normativas y plaguicidas (Suckling *et al*., 2014), control y/o erradicación (De Meyer *et al*., 2008; Li *et al*., 2011; Gómez-Cendra *et al*., 2011; Suckling *et al*., 2014), restricciones cuarentenarias (Faria *et al*., 2018), vigilancia y detección temprana de tefrítidos (Sutton y Steck, 1994), volviendo esta actividad comercial extremamente costosa (Faust, 2004; De Meyer *et al*., 2008; Vargas *et al*., 2008; De Meyer *et al*., 2010; Suckling *et al*., 2014; Kean *et al*., 2019), que implica un costo mundial estimado en 1,4 billones de dólares por año por efecto de las "moscas de la fruta", que representa casi el 5% de la economía mundial (Godefroid *et al*., 2015).

Las "moscas de la fruta", se encuentran entre los grupos más diversos de moscas (Thompson, 1999; De Meyer *et al*., 2008; De Meyer *et al*., 2010), de amplia distribución mundial, que incluye entre 4000 a 4500 especies descritas (Thompson, 1999; De Meyer *et al*., 2008; De Meyer *et al*., 2010; Li *et al*., 2011; Hernández-Ortíz *et al*., 2010; Qin *et al*., 2015), agrupadas en 500 géneros. De estas, en la actualidad se asocian al menos 1500 especies con frutales, de las cuales 150 a 250 son de importancia económica (Li *et al*., 2011; Qin *et al*., 2015), destacándose cuatro géneros de mayor importancia *Anastrepha* Schiner (trópico del nuevo mundo), *Bactrocera* Macquart, *Ceratitis* MacLeay y *Dacus* Fabricius en el trópico del viejo mundo (De Meyer *et al*., 2008; De Meyer *et al*., 2010; Hernández-Ortíz *et al*., 2010; Godefroid *et al*., 2015). Las especies de mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* Wiedemann, mosca oriental *Bactrocera dorsalis* Hendel, mosca del olivo *Bactrocera oleae* Gmelin, mosca del melón *Bactrocera cucurbitae*, mosca de la solanácea *Bactrocera latifrons* y mosca mexicana del olivo *Anastrepha ludens* Loew, son consideradas las más dañinas (Kuzina *et al*., 2001).

Las larvas de estos dípteros, se desarrollan en los órganos de plantas que contienen semillas, alimentándose de la pulpa del fruto huésped (Thomas *et al*., 2001), flores y tallos. Un 35% de estas especies atacan frutos (De Meyer *et al*., 2010). Los adultos de *C. capitata*, comparten características con las otras especies de moscas de la fruta, tales como alas con patrones de manchas color amarillento, con tonalidades marrón, especialmente en abdomen y patas (Thomas *et al*., 2001; Faria *et al*., 2018). Esta plaga utiliza a los frutos en maduración como sitios de oviposición (Gómez-Cendra *et al*., 2011). El ciclo biológico depende de las condiciones ecológicas de cada región y está estrechamente regulado por factores como temperatura, humedad, vegetación nativa, sustrato de pupación, sustrato de oviposición y disponibilidad de alimento, entre otros (Vilatuña *et al*., 2010). Adultos de *Bactrocera tryoni* Froggatt, pueden dispersarse desde 400 m hasta 94 km (Meats y Edgerton, 2008).

Anastrepha es el género más diverso de estos tefrítidos, destacándose algunas especies, que se encuentran exclusivamente en los trópicos y subtrópicos de América, con alrededor de 200 a 250 especies identificadas (Norrbom, 2002), siendo muchas aún desconocidas (Aluja, 1999; Ovruski *et al*., 2000; Aluja *et al*., 2003b). No obstante, apenas siete a diez de ellas tienen importancia agrícola (Thomas *et al*., 2001; Norrbom, 2002; Hernández-Ortiz *et al*., 2004; Vargas *et al*., 2008; Faria *et al*., 2018). Se incluyen *Anastrepha fraterculus* (mosca sudamericana), que es una especie críptica (Aluja *et al*., 2003a; Hernández-Ortiz *et al*., 2004; Selivon *et al*., 2005; Gomez-Cendra *et al*., 2011) y polífaga (Hernández-Ortiz *et al*., 2004), *Anastrepha obliqua* Macquart, (Hernández-Ortiz *et al*., 2004; Faria *et al*., 2018). *Anastrepha serpentina* Wiedemann (Norrbom, 2004), además de *A. ludens* Macquart y *A. suspensa*

Loew (Aluja *et al*., 1999; Aluja *et al*., 2003b). El género *Ceratitis* comprende entre 65 y poco más de 90 especies, todas ellas nativas de África tropical (De Meyer, 2001; Vargas *et al*., 2008). *Ceratitis capitata* Wiedemann, es una de las especies más importantes en frutas frescas en todo el mundo (Qin *et al*., 2015), de amplia distribución (Thomas *et al*., 2001), en los cinco continentes (De Meyer, 2005), que refleja su gran adaptabilidad (Siciliano *et al*., 2014). Otras especies importantes son *C. rosa* Karsch (De Meyer, 2001; Duyck *et al*., 2004, 2006) y el género *Bactrocera* con menos 440 especies (Vargas *et al*., 2012).

En la actualidad, se han introducido aproximadamente 47 especies de moscas de la fruta en diversas regiones del mundo, debido a la actividad humana, que favorece su amplia distribución, limitando el desarrollo de la actividad agrícola en muchos de estos países (Vargas *et al*., 2008; Li *et al*., 2011; Qin *et al*., 2015). Vilatuña *et al*. (2010), mencionan que, en Ecuador, se reportan al menos 36 especies del género *Anastrepha*, siendo las especies más comunes *A. fraterculus, A. striata, A. serpentina, A. obliqua,* además de *C. capitata*. La implementación de un programa de manejo integrado, exige la correcta identificación de las especies (Li *et al*., 2011; Qin *et al*., 2015; Faria *et al*., 2018), que muestran características diferentes de comportamiento e invasión (Hernández, 2014), así como un monitoreo permanente que permita desarrollar modelos predictivos para evaluar los riesgos (Godefroid *et al*., 2015). Esta investigación tuvo como objetivo auxiliar el conocimiento de esta plaga, a través de la detección de la presencia de las principales especies de "moscas de la fruta" (Diptera: Tephritidae), asociadas a la diversidad de frutales presentes en el área del sistema de riego Carrizal-Chone en Manabí, lo que a futuro permitirá diseñar estrategias adecuadas de control, acorde a los convenios fitosanitarios internacionales y que posibiliten a Manabí incluirse dentro de la zona de exportación del Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El estudio fue realizado durante doce meses, desde la colocación de las trampas en cuatro cantones de la provincia de Manabí, Ecuador, que conforman el área de influencia del sistema de riego Carrizal-Chone (Bolívar, Chone, Tosagua y Junín), que irriga 13 268 ha. Se implementó dos rutas de monitoreo con presencia de una diversidad de especies frutales. La primera se inició en la represa la Esperanza (Bolívar) hasta el sitio La Sabana (Chone) con 16 trampas, reportándose en esta ruta los frutales mango (*M. indica*), guayaba (*P. guajava*), ovo (*Spondias* sp.), mamey (*M. americana*), zapote (*Quararibea cordata*), *limón* (*C. aurantifolia*), mandarina (*C. reticulata*), naranja (*C. sinensis*), toronja (*C. paradise*), papaya (*C. papaya*), caimito (*C. cainito*), guanábana (*A. muricata*), chirimoya (*A. cherimola*), aguacate (*P. americana*), anona (*A. reticulata*), pechiche (*V. cymosa*), pudiéndose observar que los frutales estaban establecidos en forma distanciada; mientras que la segunda ruta comprendió desde Junín hasta La Estancilla (Tosagua), con ocho trampas caseras, siendo los frutales con mayor presencia mango (*M. indica*), guayaba (*P. guajava*), ovo (*Spondias* sp.), zapote (*Q. cordata*), papaya (*C. papaya*), limón (*C. aurantifolia*), naranja (*C. sinensis*), almendro (*Terminalia catappa*), que se encontraban plantados con distanciamientos reducidos en los patios de las casas, originándose una abundante sombra en el área. Además, esta ruta tuvo la presencia de granjas avícolas. Cada trampa fue separada a cinco kilómetros en cada ruta (Figura 1). La zona de estudio se caracteriza por presentar un clima tropical subhúmedo en Calceta, hasta un clima tropical seco en Tosagua con temperatura media de 26,3°C, precipitación de 527,90 mm, Humedad Relativa 82,1% y Heliofanía de 1392,30 horas luz. Se utilizaron los valores medios de precipitación en la zona de estudio, registrados por la Estación Meteorológica de la ESPAM-MFL.

Figura 1. Distribución de las 24 trampas caseras para la captura de moscas de la fruta en dos rutas de evaluación en cuatro cantones (Bolívar, Chone, Tosagua y Junín), que conforman el área de influencia del sistema de riego Carrizal-Chone. Manabí, Ecuador.

Levantamiento de la información

Para la captura de las "moscas de la fruta", se utilizaron trampas caseras, elaboradas con botellas plásticas descartables de 3 litros de capacidad, a la cual se le realizó tres orificios de aproximadamente 5 cm de diámetro, localizados en el tercio superior de la botella. Se empleó como atrayente extracto fermentado de maracuyá (*Passiflora edulis*) que se obtenía licuando la

pulpa de maracuyá y se mezclaba con agua. (Cruz *et al*., 2006; Epsky *et al*., 2014; Vilatuña *et al*., 2016; ICA, 2017). Cada trampa se la colocó en el tercio superior de los árboles frutales evaluados, previamente identificados. Procurando evitar la entrada directa de los rayos solares y la interferencia de ramas y hojas sobre las perforaciones de la trampa. Estas fueron identificadas y numeradas. Las trampas se revisaron cada 15 días, procediendo a vaciar el extracto de las trampas, conteniendo individuos adultos machos y hembras de las "moscas de la fruta". Estos fueron depositados en frascos con alcohol limpio 70%, plenamente identificados. Inmediatamente, se lavó cada trampa y se renovó el extracto de frutas para colocarla en el árbol asignado.

Los especímenes fueron trasladados hasta los laboratorios de Entomología de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí ESPAM-MFL y de la Estación Experimental Portoviejo del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), donde se analizó el contenido de cada frasco. Con la ayuda de un estereomicroscópio se realizó inicialmente, el conteo, separación por morfoespecies y sexado de los especímenes de "moscas de la fruta". Posteriormente se procedió a realizar la identificación taxonómica de las especies de moscas de la fruta, utilizando diversas claves taxonómicas (Uramoto, 2002; Hernández *et al*., 2010; Vilatuña *et al*., 2010; Convención Internacional de Protección Fitosanitaria, 2016).

Paralelamente, se estudiaron los principales hospederos de las especies de moscas de la fruta en el área de cobertura de esta investigación. Para esto, en cada fecha se recolectó frutos tanto del árbol, suelo y alrededor de éste, con evidencia de perforaciones provocadas por la plaga. Se consideró un fruto adecuado, aquel que presentaba en el árbol por lo menos ¾ partes de madurez, colectando entre 5 y 10 frutos por árbol. Para el caso de los frutos del suelo, estos no debían presentar signos de descomposición. Durante el estudio y dependiendo de la época, se recolectaron frutos de guayaba (*P. guajava*), mango (*M. indica*), arazá (*Eugenia stipitata*), fruta china (*Averrhoa. carambola*), zapote (*Q. cordata*), mamey colorado (*Colacarpum mammosum*), ovo (*Spondias* sp.), mandarina (*C. reticulata*), limón (*C. aurantifolia*), limón Tahití (*Citrus latifolia*), toronja (*C. paradise*), naranja (*C. sinensis*), papaya (*C. papaya*), noni (*Morinda citrifolia*), café (*Coffea* sp.), banana (*Musa paradisiaca*), maracuyá (*P. edulis*), pechiche (*V. cymosa*), caimito (*C. cainito*), mamey serrano (*M. americana*), guaba (*Inga edulis*) y anona (*A. reticulata*).

El tamaño de la muestra dependió de la disponibilidad de frutos, variando de 0,5 kg para frutos pequeños hasta 2-3 kg para frutos grandes. La muestra tomada fue colocada en funda plástica, dentro de un cooler de isopor, plenamente identificada con una etiqueta conteniendo información sobre la localidad, número de trampa, fecha, hospedero, números de frutas. En laboratorio, las frutas fueron ubicadas en mallas y estas sobre una bandeja plástica conteniendo en el fondo una delgada capa de arena humedecida. Los frutos fueron cubiertos con papel imprenta para oscurecer el ambiente y provocar que las larvas emerjan de los frutos y se precipiten hasta la arena humedecida para pupar. Una vez obtenida las pupas fueron colectadas y ubicadas en bandejas de recuperación, observándose diariamente hasta la emergencia del adulto. A partir de esto se los clasificó y procedió a la identificación de especies, siguiendo la metodología ya descrita. A partir de los datos quincenales, se obtuvo la identificación de especies de moscas de la fruta de los géneros *Ceratitis* y *Anastrepha*, distribución de especies de moscas de la fruta, dinámica poblacional de las principales especies, hospederos de las especies identificadas, relación sexual macho-hembra de cada especie y la densidad poblacional, mediante el índice Mosca por Trampa por Día (MTD), que consistió en determinar el número de adultos de moscas de la fruta/trampa/día de exposición de las mismas, con base a la siguiente fórmula 1 (FAO-IAEA, 2013).

$$MTD = \frac{M}{T \times D} \quad \textbf{(1)}$$

Dónde:

MTD = Número de moscas capturadas/trampa/día
M = Número total de moscas capturas
T = Número de trampas revisadas
D = Número promedio de días de exposición de las trampas en campo

Análisis estadístico

Se construyeron tablas de contingencias para determinar la dependencia de las especies de moscas de la fruta versus las rutas de estudio, épocas versus especie de mosca y época de producción de hospederos versus especie de mosca. Se realizó pruebas de $\chi 2$ para las tablas de contingencias y estadístico exacto de fisher para los casos de incumplimiento de los supuestos de las pruebas de $\chi 2$ y análisis de residuos corregidos para determinar la dirección de la dependencia. Una vez verificada la dependencia, se procedió a realizar pruebas de análisis de correspondencia para los casos que ameritaban. Los datos fueron analizados con el Statistical Package for the Social Sciences (SPSS 21, 2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron seis especies de moscas de la fruta de los géneros *Anastrepha* y *Ceratitis* (Diptera: Tephritidae), siendo estas: *Anastrepha obliqua* Macquart 1835; *Anastrepha fraterculus* Wiedemann 1830; *Anastrepha striata* Schiner 1868; *Anastrepha serpentina* Wiedemann 1830; *Anastrepha* sp., y *Ceratitis capitata* Wiedemann 1824. Resultados coincidentes con aquellos encontrados por Valarezo (2011), quien reportó a estas mismas especies en su estudio de distribución e identificación de hospederos de moscas de la fruta en ocho cantones de Manabí. De igual manera, Vilatuña *et al*. (2010), cita a nivel nacional al menos 36 especies de moscas de la fruta, de las cuales *A. fraterculus*, *A. striata*, *A. serpentina*, *A. obliqua* y *C. capitata*, son las más significativas y comunes, considerando aspectos como su distribución, importancia económica, rango de hospederos y daños que producen en la fruticultura del Ecuador.

Fueron colectadas durante esta investigación en las 24 trampas caseras, un total de 1647 especímenes de adultos machos y hembras de moscas de la fruta, agrupadas en las seis especies antes citadas. De estos 962 especímenes correspondieron a la ruta 1 y 685 a la ruta 2. Se determinó un MTD de 0,20 moscas por día de exposición de las trampas.

Se analizó la asociación de las especies de moscas con las rutas de evaluación, el estadístico exacto de fisher y el análisis de los residuos tipificados y corregidos, determinaron dependencias altamente significativas (p.valor = 0.000) entre las rutas evaluadas y las especies de moscas de la fruta.

Las especies *A. striata* y *A. serpentina*, tuvieron una mayor presencia significativa en la Ruta 1, caracterizada por la predominancia de frutales como: mango (*M. indica*), guayaba (*P. guajava*), mamey (*M. americana*), caimito (*C. cainito*), *limón* (*C. aurantifolia*), mandarina (*C. reticulata*), naranja (*C. sinensis*), toronja (*C. paradise*), papaya (*C. papaya*), zapote (*Q. cordata*), guanábana (*A. muricata*), chirimoya (*A. cherimola*), aguacate (*P. americana*), anona (*A. reticulata*), pechiche (*V. cymosa*). Mientras que las especies de moscas con mayor presencia significativa en la ruta 2 fueron *A. obliqua* y *C. capitata*, con predominancia de mango, guayaba, ovo (*Spondias* sp.), fruta china (*A. carambola*), *arazá* (*E. stipitata*), zapote, papaya, limón, naranja, almendro (*T. catappa*). Esto denota una fuerte asociación de ciertas especies de moscas de la fruta, con hospederos naturales presentes en cada una de las dos rutas, lo cual es respaldado por Vilatuña *et al*. (2010), quienes manifiestan que las poblaciones de moscas de la fruta están asociadas a la disponibilidad de alimento. No obstante, las especies *A. fraterculus* y *Anastrepha* sp., se identificaron indistintamente en las dos rutas, sin observarse dependencias significativas, al analizar los residuos tanto tipificados como corregidos (Figura 2).

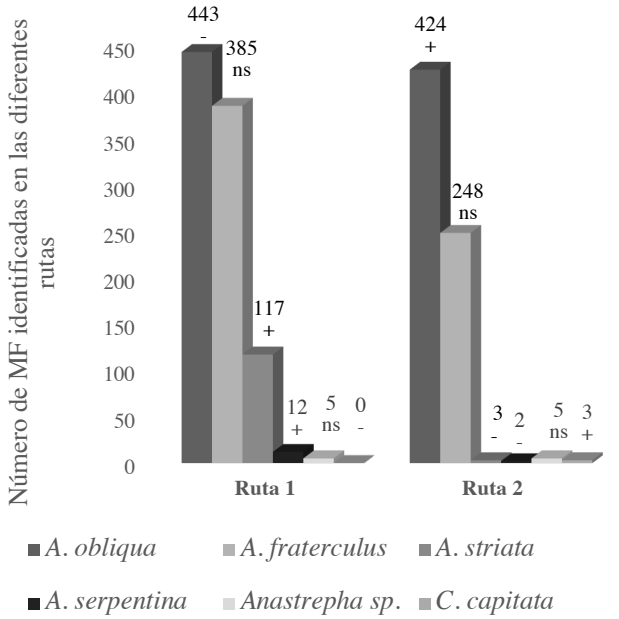


Figura 2. Especies de moscas de la fruta asociadas con las rutas de evaluación en cuatro cantones (Bolívar, Chone, Tosagua y Junín), que conforman el área de influencia del sistema de riego Carrizal-Chone. Manabí, Ecuador. (+ o -: Dirección de la dependencia significativa según el análisis de los residuos corregidos y n.s. No hay influencia significativa en la dependencia según los residuos corregidos).

De las seis especies identificadas, *A. fraterculus* y *A. obliqua* fueron las de mayor amplia distribución en las dos rutas evaluadas, lo cual es coherente con Valarezo (2011), quien cita a estas dos especies como las de mayor distribución en Manabí. Mientras que *C. capitata*, se presentó de manera general como la especie de menor ocurrencia, en comparación con la abundancia de las poblaciones de las especies de *Anastrepha*, resultados similares a los encontrados por Valarezo *et al*. (2003).

Hubo respuesta de las especies de moscas de la fruta a la temporalidad o época de ocurrencia. El estadístico exacto de fisher y los residuos tipificados corregidos, determinaron que existe dependencia significativa entre las especies de moscas y la época del año (lluviosa-seca) (p. valor = 0.000), observándose mayor presencia de las especies *A. obliqua*, *A. serpentina* y *Anastrepha* sp., en la época lluviosa (diciembre-abril), contrario a lo ocurrido con las especies *A. fraterculus* y *A. striata*, cuya mayor presencia se dio significativamente en la época seca. Para

el caso de la especie *C. capitata*, esta no mostró diferencias significativas en ninguna de las dos épocas de evaluación (Figura 3). Al respecto, Vilatuña *et al*. (2010), manifiesta que las poblaciones de moscas de la fruta están influenciadas por condiciones ecológicas de cada región, siendo estrechamente reguladas por factores como temperatura, humedad, vegetación nativa, sustrato de pupación, sustrato de oviposición y disponibilidad de alimento. Lo cual es ratificado por Tucuch-Cauich *et al*. (2008), quienes también sostienen, que variables climáticas como la precipitación, influyen sobre las poblaciones de moscas de la fruta.

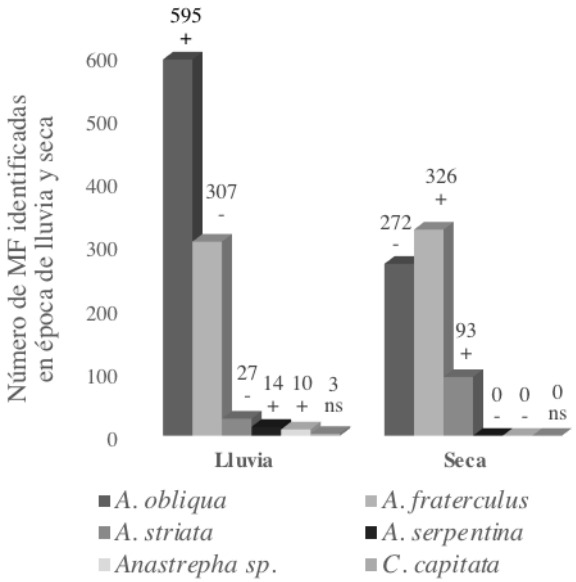


Figura 3. Especies de moscas de la fruta capturadas en las épocas lluviosa y seca en los cuatro cantones (Bolívar, Chone, Tosagua y Junín), que conforman el área de influencia del sistema de riego Carrizal-Chone. Manabí, Ecuador. (+ o -: Dirección de la dependencia significativa según el análisis de los residuos corregidos y n.s. No hay influencia significativa en la dependencia según los residuos corregidos).

Se estableció la asociación de las especies de moscas de la fruta recuperadas en laboratorio, con la época de producción de ciertos frutales. Se tomó como referente al mango, por su abundancia en los meses de octubre a febrero, periodo también de mayor producción de guayaba. El estadístico exacto de fisher, estableció diferencias altamente significativas (p.valor = 0.000). Los residuos tipificados corregidos, permitieron detectar dependencia positiva entre las poblaciones de *A. fraterculus* y *A. striata* en el periodo de mayor producción de mango y guayaba, mientras que, durante el periodo de ausencia de estos frutales, se incrementaron significativamente las poblaciones de las especies *A. obliqua, Anastrepha* sp., y *Ceratitis capitata* (Figura 4). Estos niveles de asociación, han sido estudiados por Tucuch-Cauich *et al*. (2008), quienes manifiestan que las poblaciones de las diferentes especies de moscas de la fruta dependen de la disponibilidad de alimento, siendo que en el caso de la especie *A. ludens* se incrementa en la época de fructificación del mango.

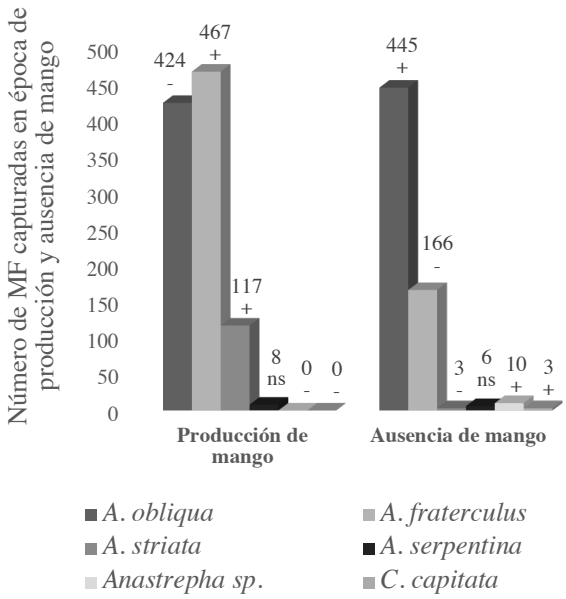


Figura 4. Número de moscas de la fruta capturadas en época de producción y ausencia de mango en cuatro cantones (Bolívar, Chone, Tosagua y Junín), que conforman el área de influencia del sistema de riego Carrizal-Chone. Manabí, Ecuador. (+ o -: Dirección de la dependencia significativa según el análisis de los residuos corregidos y n.s. No hay influencia significativa en la dependencia según los residuos corregidos).

Cuando se utilizó las tablas de contingencia con el estadístico exacto de fisher, se determinó una alta dependencia entre las especies de moscas de la fruta identificadas en esta investigación con los siete hospederos considerados en este análisis: guayaba, ovo, mango, arazá, zapote, fruta china, y mamey colorado. Se observó que la especie *A. fraterculus* tiene una presencia significativa en los hospederos mango, fruta china, arazá, zapote y guayaba, mientras que la especie *A. obliqua* se la reportó infestando significativamente mango, arazá, zapote y guayaba. Finalmente, *A. striata* fue muy asociada a guayaba y ovo (Cuadro 1). En Ecuador se han registrado 56 especies vegetales como hospederos de moscas de la fruta, agrupadas en 23 familias botánicas, siendo las que registran mayor número de especies

hospederas las Rutaceae, Myrtaceae y Sapotaceae, con seis especies cada una (Tigrero, 2009).

Por otro lado, se observa en el cuadro 1, que el mango y la guayaba hospedan al mayor número de especies de moscas de la fruta, coincidiendo en *A. fraterculus*, *A. obliqua* y *C. capitata*, lo cual es corroborado por Tigrero (2005), quien describe a la guayaba como hospedero preferido principalmente de *A. fraterculus*.

Cuadro 1. Número de individuos de moscas de la fruta recuperados en laboratorio a partir de frutas hospederas en cuatro cantones (Bolívar, Chone, Tosagua y Junín), que conforman el área de influencia del sistema de riego Carrizal-Chone. Manabí, Ecuador.

Especies de moscas de la fruta identificadas	Nombre común	Nombre científico	Número de moscas de la fruta capturadas
Anastrepha fraterculus	Mango	*Mangifera indica*	42
Anastrepha obliqua			58
Ceratitis capitata			10
Anastrepha sp.			2
Anastrepha fraterculus	Fruta china	*Averrhoa carambola*	28
Anastrepha fraterculus	Arazá	*Eugenia stipitata*	19
Anastrepha obliqua			28
Anastrepha fraterculus	zapote	*Quararibea cordata*	14
Anastrepha obliqua			16
Anastrepha obliqua	Guayaba	*Psidium guajava*	60
Anastrepha fraterculus			39
Anastrepha striata			174
Ceratitis capitata			15
Anastrepha striata	Ovo	*Spondias* sp.	149
Anastrepha serpentina	Mamey colorado	*Colacarpum mammosum*	9
Total			663

Vilatuña *et al*. (2016), también ratifican que entre las especies vegetales atacadas por moscas de la fruta están la guayaba (*P. guajava*), arazá (*E. stipitata*), y ciruelo (*Spondias purpurea*). Sin embargo, no reporta al mango, como hospedero de estas plagas en Manabí.

Souza *et al*. (2018), mencionan que investigaciones realizadas en el estado de Amazonas en Brasil reportan a *A. striata* infestando frutos de guayaba y fruta china, mientras que en nuestra investigación esta especie fue reportada en guayaba y ovo, no así en fruta china, que fue un frutal presente en el área de estudio. Por su parte Valarezo (2011), sostiene que en Manabí las frutas atacadas por esta plaga, son el mango, guayaba, ovo, fruta china, Zapote, mamey colorado, entre otras, coincidiendo con al menos seis de los siete hospederos reportados en esta investigación.

Como complemento a los resultados antes citados, se realizó un análisis de correspondencia para estudiar la correlación entre los hospederos y la especie de mosca encontradas. Se obtuvo que con la reducción a dos dimensiones se explicaba el 91,6% de la inercia total, explicando el 57,6% a través de la dimensión 1 y el 34,0% a través de la dimensión 2. En cuanto a los hospederos, se observa que la dimensión 1, explica un mayor porcentaje del mamey colorado *C. mammosum*, mientras que el resto tienen una mayor representatividad en la dimensión 2. En cuanto a las especies de moscas la mayor representatividad en la dimensión 1, la tiene *A. serpentina*, y el restante en la dimensión 2.

El análisis del diagrama de dispersión biespacial permitió llegar a la conclusión que existe una tendencia a presentarse la especie *A. serpentina* en el *C. mammosum* (dimensión 1), mientras que en el análisis de la dimensión 2, se observa una tendencia de agrupamiento de *A. striata* con *P. guajava* y *Spondias* sp., quedando en un siguiente grupo el resto de las especies de moscas y hospederos (Figura 5).

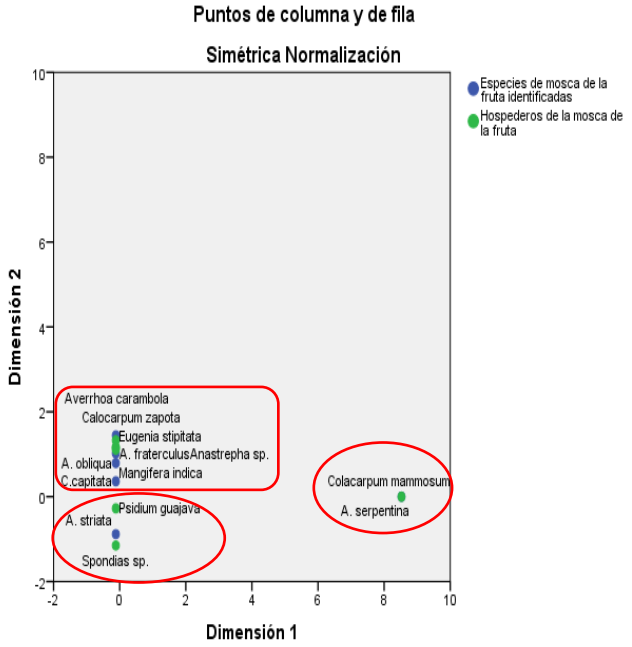


Figura 5. Diagrama de dispersión biespacial entre los hospederos frutales y las especies de moscas de la fruta recuperadas en laboratorio en cuatro cantones (Bolívar, Chone, Tosagua y Junín), que conforman el área de influencia del sistema de riego Carrizal-Chone. Manabí, Ecuador.

En la figura 6 se presenta la dinámica temporal de las especies de moscas de la fruta, identificadas en esta investigación. Se observa una marcada temporalidad de

las especies de estos tefritidos, destacándose las especies *A. obliqua*, *A. fraterculus* y *A. striata* por su mayor incidencia de manera general entre los meses lluviosos de noviembre a marzo, a diferencia del periodo seco (mayo-octubre), donde sus poblaciones se reducen significativamente, resultados que son contradictorios con aquellos de Miranda *et al*. (2002), quienes manifiestan que la presencia de poblaciones de *Anastrepha* son constante, alcanzando fluctuaciones marcadas a lo largo del año y sólo presentando descensos de sus poblaciones durante los meses de agosto a diciembre. Por su parte, las especies *A. serpentina*, *Anastrepha* sp., y *C. capitata* mantuvieron poblaciones significativamente bajas durante todo el año.

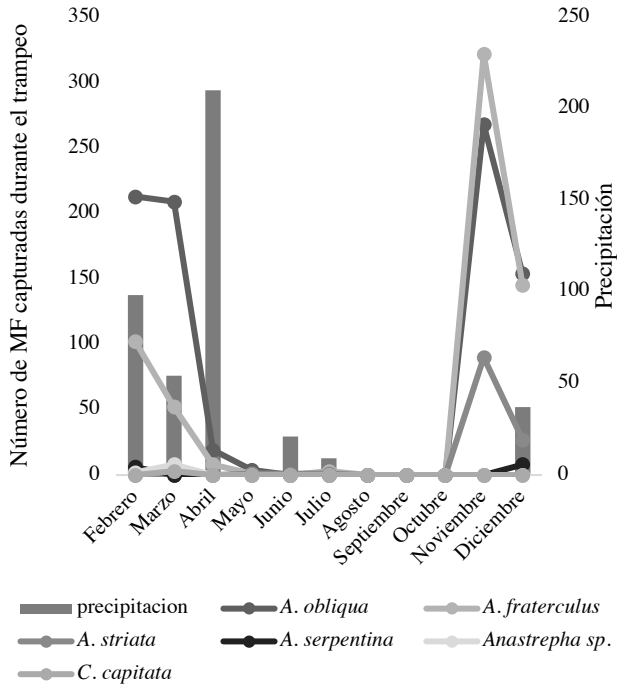


Figura 6. Dinámica temporal (periodo febrero-diciembre) de las seis especies de moscas de la fruta colectadas en 24 trampas caseras en dos rutas de evaluación en cuatro cantones (Bolívar, Chone, Tosagua y Junín), que conforman el área de influencia del sistema de riego Carrizal-Chone. Manabí, Ecuador.

CONCLUSIONES

Se estableció la presencia de seis especies de moscas de la fruta de los géneros *Anastrepha* y *Ceratitis* (Diptera Tephritidae), de las cuales *A. obliqua* y *A. fraterculus* fueron las especies más importantes por su mayor abundancia, distribución y rango de hospederos en el área de influencia del sistema de riego Carrizal-Chone.

Siete de los hospederos evaluados demuestran una alta asociación con las diferentes especies de moscas de la fruta identificadas en este estudio, evidenciándose preferencias por ciertas frutas. La especie *A. serpentina* se la encontró haciendo daño solo a mamey colorado (*C. mammosum*), mientras que el mango (*M. indica*) y guayaba (*P. guajava*) registraron cuatro especies de moscas de la fruta.

Anastrepha fraterculus y *A. striata* incrementaron significativamente sus poblaciones en la temporada de mayor producción de mango y guayaba.

Las moscas de la fruta presentaron temporalidad, alcanzando algunas especies mayor población en la época lluviosa, mientras que otras lo hacen en la época seca, siendo octubre a marzo el periodo de mayor ocurrencia.

LITERATURA CITADA

Aluja, M. 1999. Fruit ßy (Diptera: Tephritidae) research in Latin America: myths, realities and dreams. Anais Soc. Entomol. Brasil. 28: 565-594.

Aluja, M.; Pérez-Staples, D.; Macías-Ordoñez, R.; Piñero, J.; McPheron, B.A. y Hernández-Ortiz, V. 2003a. Nonhost status of *Citrus sinensis* cultivar Valencia and *C. paradisi* cultivar Ruby Red to Mexican *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae). Journal of Economic Entomology 96: 693–1703.

Aluja, M.; Rull, J.; Sivinski, J.; Norrbom, A.; Wharton, R.; Macías-Ordoñez, R.; Días-Fleischer, F. y López, M. 2003b. Fruit Flies of the Genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) and Associated Native Parasitoids (Hymenoptera) in the Tropical Rainforest Biosphere Reserve of Montes Azules, Chiapas, Mexico. Environ. Entomol. 32(6): 1377-1385.

Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. 2016. Diagnósticos y protocolos para la regulación de plagas. DP9: Género *Anastrepha* Schiner.

Cruz-López, L; Malo, E; Toledo, J; Virgen, A; Del Mazo, A y Rojas, J. 2006. A new potential attractant for Anastrepha obliqua from Spondias mombin fruits. Journal of Chemical Ecology. 2006. 357-362. DOI: 10.1007/s10886-005-9006-7.

De Meyer, M. 2001. On the identity of the Natal Fruit Fly, Ceratitis rosa (Diptera, Tephritidae). Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Entomologie, 71: 5–62.

De Meyer, M. 2005. Phylogeny of the fruit fly genus *Ceratitis* MacLeay (Diptera: Tephritidae). Insect Systematics and Evolution, 36: 59–480.

De Meyer, M.; Robertson, M.P.; Peterson, A.T. y Mansell, M.W. 2008. Ecological niches and potential geographical distributions of Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata*) and Natal fruit fly (*Ceratitis rosa*). Journal of Biogeography (J. Biogeogr.) (2008) 35, 270–281. doi:10.1111/j.1365-2699.2007.01769.x

De Meyer, M.; Robertson, M.P.; Mansell, M.W.; Ekesi, S.; Tsuruta, K.; Mwaiko, W.; Vayssières, J.F. y Petersonh, A.T. 2010. Ecological Niche and Potential Geographic Distribution of 1 the Invasive Fruit Fly *Bactrocera invadens* (Diptera, 2 Tephritidae). Published version: Bulletin of Entomological Research, 100:35-48. Cambridge University Press. Cambridge University Press. doi:10.1017/S0007485309006713

Duyck, P.F., David, P. y Quilici, S. 2004. A review of relationships between interspecific competition and invasions in fruit flies (Diptera: Tephritidae). Ecological Entomology, 29: 511–520.

Duyck, P.F., David, P. y Quilici, S. 2006. Climatic niche partitioning following successive invasions by fruit flies in La Re´union. Journal of Animal Ecology, 75, 518–526.

Estación Meteorológica de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. 2010-2018. Ubicación geográfica proporcionada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

Epsky, N.; Kendra, P. y Schnell E. 2014. Trapping and the detection, control, and regulation of tephritid fruit flies. Chapter three History and Development of Food-Based Attractants. 75-99.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para Agricultura y la Alimentación); IAEA (Agencia Internacional de Energía Atómica). 2013. Trapping manual for area-wide fruit fly Programmes. 21, 22.

Faria, F.A.; Perre, P.; Zucchi, R.A.; Jorge, L.R.; Lewinsohn, T.M.; Rocha, A.; da S. Torres, R. 2018. Automatic identification of fruit flies (Diptera: Tephritidae). Journal of Visual Communication and Image Representation. DOI: 10.1016/j.jvcir.2014.06.014.

Faust, R.M. 2004. Local research, but everyone's watching. (Forum, Hawaii Areawide Fruit Fly Control Program, Pacific Basin Agricultural Research Center). Agricultural Research 1 February.

Godefroid, M.; Cruaud, A.; Rossi, J.P. y Rasplus, JY. 2015. Assessing the Risk of Invasion by Tephritid Fruit Flies: Intraspecific Divergence Matters. Plos One. 10(8): e0135209. doi:10.1371/journal.

Gonzáles, M., Loza-Murguía, M., Smeltekop, H., Cuba, N., Almanza, J. C., y Ruiz, M. 2011. Dinámica poblacional de adultos de la mosca boliviana de la fruta *Anastrepha* sp. (Díptera: Tephritidae) en el Municipio de Coroico, Departamento de La Paz, Bolivia. Journal of the Selva Andina Research Society, 2(2), 2-12.

Gomez-Cendra, P.; Calcagno, G.; Belluscio, L. y Vilardi, J.C. 2011. Male courtship behavior of the South American fruit fly, *Anastrepha fraterculus*, from an Argentinean laboratory strain. Journal of Insect Science 11:175 available online: insectscience.org/11.175.

Hernández-Ortiz, V.; Gómez-Anaya, J.A.; Sánchez, A.; McPheron, B.A. y Aluja, M. 2004. Morphometric analysis of Mexican and South American populations of the *Anastrepha fraterculus* complex (Diptera: Tephritidae) and recognition of a distinct Mexican morphotype. Bulletin of Entomological Research (2004) 94, 487–499. DOI: 10.1079/BER2004325.

Hernández, V., Guillén, J., y López, L. 2010. Taxonomía e identificación de moscas de la fruta de importancia económica en América. In J. T. y E. H. P. Montoya (Ed.), Moscas de la fruta: Fundamentos y Procedimientos para su manejo (pp. 49–80). D.F, México.

Hernández, R. 2014. Manual técnico para la identificación de moscas de la fruta. Sistema Preventivo y Dispositivo Nacional de Emergencia contra moscas exóticas de la fruta (pp. 16-25). D.F, México.

ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). 2017. Manual técnico de trampeo de moscas de la fruta. Colombia: ICA Colombia. p 10-19

Kuzina, L.V.; Peloquin, J.J.; Vacek, D.C. y Miller, T.A. 2001. Isolation and Identification of Bacteria Associated with Adult Laboratory Mexican Fruit Flies, Anastrepha ludens (Diptera: Tephritidae). current microbiology, 42. 290-294. doi: 10.1007/s002840110219.

Kean, J.M.; Suckling, D.M.; Sullivan, N.J.; Tobin, P.C.; Stringer, L.D.; Smith, G.R.; Kimber, B.; Lee, D.C.; Flores-Vargas, R.; Fletcher, J.; Macbeth, F.; McCullough, D.G.; Herms, D.A. 2019. Global eradication and response database. http://b3.net.nz/gerda (accessed 14 November 2019).

Li, Z.; Li, Z.; Wang, F.; Lin, W. y Wu, J. 2011. TBIS: A Web-Based Expert System for Identification of Tephritid Fruit Flies in China Based on DNA Barcode. IFIP International Federation for Information Processing 346, pp. 563–571.

Meats, A. y Edgerton, J.E. 2008. Short- and long-range dispersal of the Queensland fruit fly, Bactrocera tryoni and its relevance to invasive potential, sterile insect technique and surveillance trapping. Australian Journal of Experimental Agriculture, 48, 1237–1245.

Miranda-Salcedo, M. A., Liedo-Fernández, J. P., y Montoya-Gerardo, P 2002. fluctuación poblacional de moscas de la fruta *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) en el Valle de Apatzingan, Michoacán. México.

Norrbom, A. L. 2002. A revision of the *Anastrepha serpentine* species group (Diptera: Tephritidae). Proc. Entomol. Soc. Wash. 104: 390Ð436.

Norrbom, A. L. 2004. Host plant database for Anastrepha and Toxotrypana (Diptera: Tephritidae: Toxotrypanini). Diptera Data Dissemination Disk, 2.

Ovruski, S.; Aluja, A.; Sivinski, J. y Wharton, R. 2000. Hymenopteran parasitoids on fruit-infesting Tephritidae (Diptera) in Latin America and the southern United States: diversity, distribution, taxonomic status and their use in fruit fly biological control. Int. Pest Manage. Rev. 5: 81-107.

Qin, Y.; Paini, D.R.; Wang, C.; Fang, Y. y Li, Z. 2015. Global Establishment Risk of Economically Important Fruit Fly Species (Tephritidae). Plosone. DOI:10.1371/journal.pone.0116424.

Selivon, D.; Perondini, A.L.P. y Morgante, J.S. 2005. A genetic–morphological characterization of two cryptic species of the *Anastrepha fraterculus* complex (Diptera: Tephritidae). Annals of the Entomological Society of America 98(3): 367-381.

SENAGUA (Secretaria Nacional del Agua). 2017. Informe de rendición de cuentas 2017. Demarcación hidrográfica de Manabí. Quito. Ecuador. p 17-18.

Siciliano, P.; Scolari, F.; Gomulski, L.M.; Falchetto, M.: Manni, M.; Gabrieli, P.; Field, L.M.; Zhou, J.J.; Gasperi, G. y Malacrida, A.R. 2014. Sniffing Out Chemosensory Genes from the Mediterranean Fruit Fly Ceratitis capitata. PLoSONE 9(1): e85523. doi:10.1371/journal.pone.0085523.

Souza, E. G. D., Acioli, A. N. S., Silva, N. M. D., y Silva, F. C. C. D. 2018. Novos registros de hospedeiros para espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no estado do Amazonas, Brasil. Arquivos do Instituto Biológico, 85.

Suckling, D.M.; Kean, J.M.; Stringer, L.D.; Cáceres-Barrios, C. Hendrichs, J.; Reyes-Floresg, J. y Dominiak, B.C. 2014. Eradication of tephritid fruit fly pestpopulations: outcomes and prospects. Pest Manag Sci. DOI 10.1002/ps.3905.

Sutton, B.D. y Steck, G.J. 1994. Discrimination of Caribbean and Mediterranean Fruit Fly Larvae (Diptera:Tephritidae) by Cuticular Hydrocarbon Analysis. Florida Entomologist 77(2).

SPSS (Paquete Estadístico para Ciencias Sociales). 2012. Guía breve de IBM SPSS Statistics. USA.

Thomas, M.C; Heppner, J.B.; Woodruff, R.E.; Weems, H.V.; Steck, G.J y Fasulo, T.R. 2001. Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Insecta: Diptera: Tephritidae). Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Published: July 2001.

Thompson, F. C. 1999. Data dictionary and standards for fruit fly information database. Myia. Estados Unidos de Norte América.

Tigrero, J. 2005. Monitoreo de especies del género *Anastrepha* en tres localidades de la Amazonía ecuatoriana. Boletín Técnico 5. Serie Zoológica, 5, 18–28. Quito. Ecuador.

Tigrero, J. 2009. Lista anotada de hospederos de moscas de la fruta (Diptera:Tephritidae) presentes en Ecuador. Boletín Técnico 8. Serie Zoológica, 8, Quito. Ecuador. p107–116.

Tucuch-Cauich, F. M., Chi-Que, C., y Orona-Castro, F. 2008. Adult population dynamics of the Mexican fruit fly *Anastrepha* sp. (Diptera: Tephritidae) at Campeche, México. Agricultura Técnica en México, 34(3), 341-347.

Uramoto, K. 2002. Biodiversidade de mosca-das-frutas do gênero Anastrepha (Diptera, Tephritidae) no campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).

Valarezo, O. 2011. Biecología y manejo de las moscas de la fruta en Manabí. Revista la Técnica. Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo. Ecuador. p 11-13

Valarezo Cely, O., Pita, F., Moreira, E., Navarrete Cedeño, J. B., y Arias de López, M. (noviembre,

2003). Identificación, distribución y fluctuación poblacional de moscas de la fruta en Manabí [PDF]. En XII Seminario Nacional de Sanidad Vegetal: Memorias (pp. 41-48). Latacunga, Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi

Vargas, R.I.; Mau, Ronald, F.L.; Jang, E.B.; Faust, R.M. y Wong, L. 2008. "The Hawaii Fruit Fly Areawide Pest Management Programme". Publications from USDA-ARS / UNL Faculty. 656. https://digitalcommons.unl.edu/usdaarsfacpub/656.

Vargas, R.I.; Leblanc, L.; Harris, E.J. y Manoukis, N.C. 2012. Regional Suppression of Bactrocera Fruit Flies (Diptera:Tephritidae) in the Pacific through Biological Control and Prospects for Future Introductions into Other Areas of the World. Insects 2012, 3, 727-742; doi:10.3390/insects3030727.

Vilatuña, J.; Sandoval, D.; Tigrero, J. 2010. Manejo y control de moscas de la fruta (Diptera:Tephritidae) 11-31 ISBN-978-9978-92-939-1

Vilatuña, J., Valenzuela, P., Bolaños, J., Hidalgo, R., y Mariño, A. 2016. Hospederos de moscas de la fruta *Anastrepha* spp. y *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) en Ecuador es Calidad, 3, 52–57.

Vilatuña, J; Salas, D; Sosa, M. 2016. Guía de manejo integrado de moscas de la fruta (Diptera:Tephritidae) en el cultivo de mango (*Mangifera indica*). Quito. Ecuador. p 22-23

REVISTA ESPAMCIENCIA
para el agro

EVALUACIÓN BROMATOLÓGICA DE DIETAS ALIMENTICIAS, CON LA INCLUSIÓN DE HARINA DE PLÁTANO DE RECHAZO

BROMATOLOGICAL EVALUATION OF DIETS USING FLOUR FROM REFUSE BANANA WASTES

Miguel Ángel Enríquez Estrella y Guido Leonardo Ojeda Caiza

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Tierra, Escuela de Ingeniería Agroindustrial

Email: menriquez@uea.edu.ec / miguicho1983@gmail.com

Información del articulo

Tipo de artículo:
Nota técnica

Recibido:
19/02/2020

Aceptado:
19/06/2020

Licencia:
CC BY-NC-SA 4.0

Revista ESPAMCIENCIA
11(1):12-18

DOI:
https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v11i1.200

Resumen

Se considera como ración alimentaria a la cantidad de un alimento que permite cubrir las necesidades nutricionales de una especie. El objetivo de la presente investigación fue desarrollar una dieta para pollo broiler con la inclusión de harina de plátano de rechazo *(Musa paradisiaca)*, la metodología aplicada en el estudio es descriptiva y experimental. El proceso inicia con el lavado, pelado, cortado, deshidratado y molienda. En la elaboración de la dieta se realizó la mezcla de diferentes materias primas e insumos incluyendo la harina de plátano en diferentes niveles de inclusión al (5, 10, 15, 20 %), para así realizar los análisis bromatológicos correspondientes (humedad, grasa, fibra, ceniza, proteína). Se determinaron 4 tratamientos con 3 réplicas. Los resultados obtenidos determinan la mejor formulación el T1, que mostro valores de proteína de 16,88 %, humedad 5,19 %, fibra 1,21 %, cenizas 5 %, grasa 5,07 %, que según la normativa INEN NTE 1829-2014 cumple los parámetros establecidos para la etapa fisiológica final del ave. Se concluye que la incorporación de harina de plátano de rechazo al alimento balanceado, brinda estabilidad en la parte proteica con un porcentaje de inclusión bajo.

Palabras clave: Aceptabilidad, alimento balanceado, broiler, amazónico, inclusión.

Abstract

A food ration is considered to be the quantity of food that allows the nutritional needs of a species to be covered. The objective of this research was to develop a diet for broiler chickens using banana flour (*Musa paradisiaca*). The methodology applied in the study is descriptive and experimental. The process starts with washing, peeling, cutting, dehydrating and grinding. In the preparation of the diet, the mixture of different raw materials and inputs was made, including banana flour in different levels (5, 10, 15, 20 %), in order to carry out the corresponding bromatological analyses (humidity, fat, fibre, ash, protein). Four treatments with three replicates were determined. The results obtained determine the best formulation T1, which showed protein values of 16.88%, moisture 5.19%, fiber 1.21%, ash 5%, fat 5.07%, which according to the INEN NTE 1829-2014 standard meets the parameters established for the final physiological stage of chickens. It is concluded that the incorporation of flour from refuse banana wastes to the balanced diet, provides stability in the protein part with a low percentage of inclusion.

Keywords: Acceptability, balanced diet, broiler, Amazonian, inclusion.

INTRODUCCIÓN

La producción de pollo de ceba se ha desarrollado y difundido a gran nivel en todos los climas y regiones, debido a su alta adaptabilidad, rentabilidad, aceptación en el mercado y disponibilidad de pollitos de razas con excelentes comportamientos productivos y conversiones alimenticias. La avicultura actual se basa en el empleo de híbridos comerciales especializados para la producción de huevos o la producción de carne (Rodríguez, 2011).

Las formulaciones para dietas consisten en mezclar varios ingredientes, utilizando diferentes métodos, que ayudan a obtener una mezcla homogénea de las materias primas de acuerdo al requerimiento nutricional de cada animal en su fase fisiológica final (Toro, 2008).

La harina de plátano de rechazo es una materia prima considerada en la elaboración de alimentos balanceados para ganado, tilapia, camarón, cerdos, aves etc. Es rico es carbohidratos y provee cuantiosas calorías que son cimientos de energizantes para los animales. Además de la harina de plátano se utiliza otros componentes como la melaza, trigo, banano y soya como fuente de nutrimentos requeridos por las aves (Mancero *et al.,* 2009).

Las musáceas (plátano, banano y topocho) han sido utilizadas en diversas investigaciones como componente en la formulación de alimentos para pollos alimentados con una ración que contiene harina de plátano, utilizando frutos verdes y maduros, follaje y seudotallos (Etuk *et al.,* 2012. El plátano (*Musa spp*.) es una de las frutas más importantes en países desarrollados de Asia, Latinoamérica y África (Song *et at.,* 2015). La cáscara representa del 35% al 40% del fruto, generando residuos que se podrían aprovechar para la fabricación de diferentes productos de valor agregado entre los que se encuentra la extracción de almidón (Yusufu *et at.,* 2014). El almidón es un biopolímero de gran importancia compuesto por amilosa y amilopectina (Moore *et at.,* 2014) es la mayor fuente de nutrición para animales y humanos y es una importante materia prima para la industria (Huang *et at.,* 2015) es un material abundante, renovable, biodegradable y de bajo costo, extraído de diversas fuentes naturales (Li, *et at.,* 2015) como tubérculos, cereales, legumbres y frutos inmaduros, que al hidrolizarse puede generar productos de mayor valor comercial (Bello y Paredes 2009).

En el Ecuador la producción de plátano *(Musa paradisiaca)*, genera un gran desperdicio el cual no es muy bien aprovechado por parte de ciertos agricultores, esto genera ciertos problemas al medio ambiente, a personas, animales e inclusive a otros cultivos, según el INEC (2016) la producción anual de plátano en Pastaza representa el 0,90 % respecto a la producción nacional, los productores tienen altos índices de desperdicios de esta materia prima la cual por su falta de información y desconocimiento de la misma, no han sabido tener un mayor aprovechamiento.

A través de la elaboración de la dieta con los diferentes niveles de inclusión de harina de plátano de rechazo se pretende dar una utilización a este subproducto creando una alternativa alimenticia para aves de corral, para así incentivar a los productores al desarrollo de nuevos sistemas de alimentación alternativa a base de esta materia prima.

Según Muñoz (2017) las materias primas empleadas para la formulación de dietas están constituidas por un elevado porcentaje de maíz, alrededor de un 60 %, haciendo que el costo final dependa de esta y el 40 % restante corresponde soya, cebada, trigo, sorgo.

El Ecuador es reconocido a nivel internacional como país productor y exportador de banano y plátano, debido a las exigencias y normas establecidas en el mercado internacional, existe gran cantidad de esta fruta que se rechaza. Debido a la alta perecibilidad que presenta, las cantidades que son desechadas en un 10,45 %, que representa 1570 Tm, según reportes del INIAP (Cevallos, 2009). De acuerdo con el INEC (2016), existe una producción de plátano con un valor estimado de 141 441 hectáreas sembradas.

Según AFABA (2011), el sector avícola encabeza la lista de los fabricantes de alimentos balanceados con 76 %, en segundo lugar, está el sector acuícola con 12%, el sector de cerdos ocupa el 8 %, sector bovino el 3 % y el 1 % restante otros tipos de animales.

El objetivo de la investigación fue el empleo del plátano de rechazo, incluyéndolo como harina en la elaboración de dieta de engorde para pollo broiler.

MATERIALES Y MÉTODOS

La formulación sustentada en el concepto de proteína ideal, tiene como objetivo optimizar los niveles de aminoácidos en la alimentación práctica. Con este método de formulación, la elaboración de alimentos balanceados debe hacerse utilizando los valores de aminoácidos digestibles que aportan los ingredientes y los requerimientos nutrimentales del animal (Kerr y Kidd 1998)

Localización

La investigación se llevó a cabo en dos fases: la primera en el CIPCA (Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica) ubicada en la provincia de Napo, cantón Carlos Julio Arosemena Tola en el km 44 vía Puyo-Tena, y la segunda fase en la Universidad

Estatal Amazónica que se encuentra ubicada en la provincia de Pastaza, cantón Puyo en el km 2 ½ vía Puyo -Tena, en el laboratorio de análisis de bromatología.

Tipo de Investigación

Es una investigación tipo aplicada, la cual se fundamenta en la experimentación. Se empleó métodos cuantitativos que permitieron controlar las variables independientes, se realizaron cálculos numéricos y análisis estadísticos para establecer modelos de comportamiento.

Diseño de la investigación

En el desarrollo del estudio se aplicó un modelo estadístico (DCA- diseño completamente al azar), El análisis estadístico se realizó usando el paquete computarizado Versión del software InfoStat 2011.

Procedimiento experimental

Se toma en cuenta la harina de plátano de rechazo, y su incorporación de 5, 10, 15 y 20% en el alimento formulado, según el diseño experimental detallado en el cuadro 1.

Cuadro1. Diseño experimental y tratamientos

Ingredientes (%)	T1	T2	T3	T4
Maíz	55	50	45	40
Soya	22	20	20	15
Afrecho	5	6	5	8
Harina de plátano	5	10	15	20
Harina de pescado	5	5	5	6
Aceite de palma	5	6	7	8
Fosfato monodicalcico	1	1	1	1
Sal	0,5	0,5	0,5	0,5
Atrapador de toxinas	0,1	0,1	0,1	0,1
Promotor de crecimiento	0,1	0,1	0,1	0,1
Metionina	0,2	0,2	0,2	0,2
Lisina	0,2	0,2	0,2	0,2
Antioxidante	0,2	0,2	0,2	0,2
Treonina	0,2	0,2	0,2	0,2
Complejo vitamínico	0,5	0,5	0,5	0,5
	100	100	100	100

Variables analizadas

La inclusión de harina de plátano y los análisis bromatológicos.

Elaboración de la dieta

Se detalla en la figura 1, el diagrama de bloques para la elaboración del alimento, asegurando la calidad de las materias primas en el caso del maíz (14 % de humedad – 1 % de impurezas), Soya (18-20 % de grasa y 37 – 38 % de proteína), afrecho aporta carbohidratos, la harina de pescado entre el 60% y 72% de proteína, entre 5% y 12% de grasa, el aceite de palma compuesto por 40 – 48% ácidos grasos saturados, principalmente palmítico. 37-46% ácidos grasos monoinstaurados, principalmente oleico, y otras antioxidantes vitaminas, aminoácidos, aceites, sal.

En el pesado utilizamos balanzas grameras y de precisión. El proceso del mezclado se lo realiza utilizando un bombo de metal de capacidad de 100 libras, durante 15 minutos. El empaquetado se lo realiza en fundas ziploc selladas para luego almacenarlas en un lugar fresco y seco.

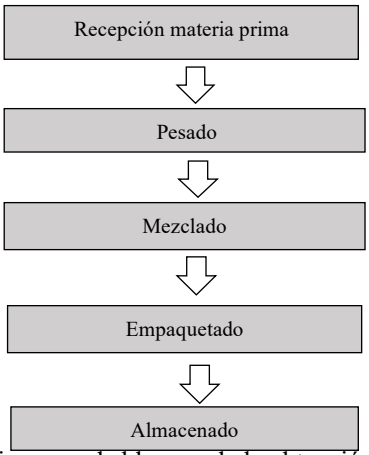


Figura1. Diagrama de bloques de la obtención de la dieta

Análisis bromatológicos

Los análisis bromatológicos empleados en el laboratorio están acordes a la Norma (NTE, INEN, 1829, 2014) referente a la producción de alimentos balanceados para aves, en la que menciona la determinación de humedad, proteína, fibra, cenizas, grasa, como se muestra a continuación:

Determinación de humedad

Se obtuvo mediante el método de Estufa AOAC 930,15, el cual consistió en introducir 5 g de la muestra en la caja Petri tarado, se pesó la muestra húmeda, después se colocó en la estufa durante 2 horas destapada la muestra, transcurrido ese tiempo se dejó enfriar en el desecador por un lapso de media hora tapada la muestra, posteriormente se pesó la muestra seca en la balanza analítica retirando la tapa.

Fórmula para calcular la humedad:

Donde:

$$\text{Humedad:} \frac{Peso\ humedo - Peso\ seco}{Peso\ humedo} x100 \quad \textbf{(1)}$$

Determinación de proteína

La comprobación de proteína se realizó por el método Kjeldahl AOAC 954,01, se procedió a pesar un 1 g de la muestra más 3,5 g de la pastilla Kjeldahl, posteriormente se preparó 20 ml de ácido sulfúrico donde introducimos todo con mucho cuidado en el tubo digestor. Se colocó en el extractor de gases por el tiempo de 2 horas. Se retiró el tubo digestor y se tuvo que enfriar en una olla con agua fría, se procedió a añadir 65 ml de agua destilada y se dejó enfriar. En una fiola se ubicó 35 ml de ácido bórico más 3 gotas de indicador tashiro al 2%. En el tubo digestor se añadió 60 ml de hidróxido de sodio con mucha precaución, se situó la fiola y el tubo digestor en el destilador de proteína por 10 minutos. Finalmente, transcurrido el tiempo se llevó a titular la muestra con ácido sulfúrico.

Fórmula para calcular la proteína:

$$\text{Proteína:} \frac{MFxNxMeqNx100}{Peso\ muestra} x6{,}25 \quad \textbf{(2)}$$

Donde:

MF: muestra final
N: normalidad (0,195316) (0,2036271)
MeqN: 0,014

Determinación de fibra

La evaluación de la fibra se desarrolló por el método de digestión acida básica, en un vaso de precipitación se colocó 1 g de la muestra, 3 cristales, 3 gotas de antiespumante más 150 ml de ácido sulfúrico. Se instaló en el analizador de fibra por 30 minutos después que haya hervido. Pasado el tiempo en un matraz con embudo y una tela filtro, se procedió a enjuagar con agua destilada hasta llegar a 1000 ml y se desechó el agua destilada. En el mismo matraz se incorporó 1 gota de anaranjado de metileno y se ejecutó el lavado hasta obtener el color amarillo.

Después se limpió la muestra con hidróxido de sodio hasta 150 ml y se añadió 3 gotas de antiespumante y colocamos en el analizador de fibra por segunda ocasión por 30 minutos después que haya hervido. Se realizó el mismo procedimiento anterior hasta 1000 ml en este caso se adicionó 1 gota de fenolftaleína hasta obtener un color transparente, donde se limpió con alcohol de fibra y se retiró la tela filtro y los residuos de fibra con un cuchillo y colocarlos en un crisol. Se ubicó los crisoles en la estufa hasta que se seque la muestra, después se enfrió y se tomó los datos.

Enseguida se lo calcinó hasta que no salga vapor, luego se ubicó en la mufla a 550 ^{0}C por 30 minutos, se retiró de la mufla, se enfrió y se pesó.

Fórmula para calcular la fibra:

Donde:

$$\text{Fibra:} \frac{Peso\ muestra\ seca - Peso\ muestra\ capsula}{Peso\ muestra} x100 \quad \textbf{(3)}$$

Determinación de cenizas

Se realizó por el método de mufla AOAC 942,05, se pesó el crisol vacío y luego se adicionó 2 g de la muestra, se calcinó la muestra hasta que no salga vapor, con una pinza se colocó cuidadosamente en la estufa a 550 ºC por 2 horas. Se separó con mucha precaución y se puso en el desecador hasta que se enfríe para posteriormente pesar la muestra.

Fórmula para calcular el % de cenizas:

$$\%\ \text{cenizas:} \frac{(P-p)x100}{M} \quad \textbf{(4)}$$

Donde:
P: masa del crisol con las cenizas en gramos.
p: masa del crisol vacío en gramos.
M: masa de la muestra en gramos

Determinación de grasa

Se efectuó siguiendo el método del Soxhlet, con éter de petróleo como solvente extractor, 7 siguiendo el Método AOAC 920.39. Se pesó 10,000g ± 0,001 de muestra molida y seca y se colocó en el cartucho de extracción en el sifón. Se calentó a través de manta calefactora durante 4 h., luego retiró y se evaporó gran parte del disolvente. Se dejó enfriar en el desecador y, una vez alcanzada la

temperatura ambiente se determinó el peso. Para culminar se destiló el solvente en el mismo equipo y se asentó el balón y su contenido en la estufa a 100 –110 °C por media hora y finalmente se enfrió en el desecador y se tomó nota de los resultados.

Fórmula para calcular el % de grasa:

$$\% \text{ de grasa: } \frac{m1-m2}{m} x100 \quad \textbf{(5)}$$

Donde:

M1: peso del balón + grasa extraída
M2: peso del balón vacío
M: peso de la muestra

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Humedad

Según el análisis de varianza al 95 % de confianza se determina que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos y mediante el método de Tukey, siendo el mejor resultado experimental al 20 % de nivel de inclusión, que presenta la humedad más baja.

Cuadro 2. Prueba de Tukey para la humedad

Tratamientos	Medias	n			
T3	3,83	3	A		
T4	4,30	3		B	
T2	5,19	3			C
T1	5,19	3			C

Los valores promedios de los tratamientos, están de acuerdo al rango establecido, según la norma INEN NTE 1829-2014 teniendo precaución el desfase que provocaría una fuente de proliferación de, hongos, mohos, encontrándose con 5,19 % de humedad, nos encontramos dentro del rango y es un valor aceptable donde no vemos comprometido la integridad del alimento.

Las variaciones de los valores de humedad en cada tratamiento se ven afectados por el aumento de la temperatura y por ende influye en la modificación, muestran valores diferentes entre los tratamientos debido a sus diferentes niveles de inclusión.

Proteína

El análisis de varianza al 95 % de confianza determina que, con la inclusión del 5 % de harina de plátano, presenta un promedio de 16.88 %, y se acerca a lo requerido para el engorde de aves que está en un rango entre el 19-23 %.

Cuadro 3. Prueba de Tukey para la proteína

Tratamientos	Medias	n		
T4	13,58	3	A	
T3	14,24	3	A	B
T2	14,72	3		B
T1	16,88	3		C

Asimilar proteína en los pollos es necesaria en todas sus etapas, los niveles deben ser suficientes para ratificar que satisfagan los requerimientos de todos los aminoácidos esenciales y no esenciales.

Según Delgado *et al.* (2013) concluyen en su estudio, Comportamiento productivo de pollos alimentados a base de harina de plátano considerando la relación beneficio costo, que al evaluar la formulación de un alimento hecho acorde a los requisitos nutricionales de los pollos de engorde con harina de plátano verde. En el periodo noviembre-diciembre del año 2012, se evaluaron tres tratamientos T0 alimento comercial (Pollarina 3A®Protinal) con dos combinaciones de alimento alternativo T1 (75%comercial + 25% alternativo) y T2 (50% comercial+ 50% alternativo). Se tomaron 60 pollos y se dividió en tres grupos al azar cada uno con 20 unidades experimentales. A los 35 días de edad se alimentaron con los tratamientos durante 15 para evaluar la ganancia de peso total (GPT). La GPT para T0 = 951,50 g; T1 = 933,00 gy T2 = 870,00sol. Los resultados que no existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos para GPT variable. En cuanto a costo, resulta ventajosa la combinación de 75 de alimento concentrado +25% de alimento alternativo, ya que la relación beneficio/costo muestra datos positivos**.**

En el cuadro 3 presenta valores altamente significativos entre todos los tratamientos a comparación de los mencionados anteriormente, 16,88 % del T1 que, según la norma INEN 2016, se encuentra entre los rangos establecidos y cumplen con los requerimientos. Las variaciones de los valores de proteína se ven afectados por el aumento de los distintos porcentajes de niveles inclusión que se le agrega a cada tratamiento respectivamente.

Fibra

El análisis de varianza al 95 % de confianza determinó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos y según Tukey.

Cuadro 4. Prueba de Tukey para la fibra

Tratamientos	Medias	n	
T1	1,21	3	A
T3	1,27	3	A
T2	1,28	3	A
T4	1,51	3	A

La fibra desde un punto fisiológico es un importante elemento en la nutrición animal, no es constituyente esencial en la dieta. Se la puede catalogar de acuerdo a sus atributos químicos y efectos fisiológicos en fibra soluble e insoluble.

Cenizas

El análisis de varianza al 95 % de confianza determinan que existe diferencias significativas entre los tratamientos, entre la inclusión del 5 y el 20 % de harina de plátano, siendo el T1 el mejor.

Cuadro 5. Prueba de Tukey para ceniza

Tratamientos	Medias	n		
T2	4,47	3	A	
T4	4,63	3	A	B
T3	4,93	3	A	B
T1	5	3		B

La importancia de la determinación de ceniza tiene algunos fines como el de conseguir la pureza de distintos ingredientes que se utilizan en la fabricación de alimentos, explica el tipo de molienda y refinamientos de distintos cereales.

El 5 % que contiene de acuerdo a los resultados obtenidos en la determinación de ceniza de los cuatro tratamientos se observa en el cuadro 5 que el mejor tratamiento es T1, Según la norma INEN 2014, la tolerancia de ceniza es de ± 1 puntos porcentuales del contenido declarado, determinado que, el resultado obtenido se encuentra dentro del rango establecido por la norma.

Grasa

El análisis de varianza al 95 % de confianza se determina que no existe diferencias significativas entre los tratamientos y por medio de Tukey.

Cuadro 6. Prueba de Tukey para grasa

Tratamientos	Medias	n	
T1	5,07	3	A
T3	5,47	3	A
T4	5,9	3	A
T2	6,07	3	A

El contenido de grasa en las dietas para animales, tiene un valor fundamental por su elevada densidad energética, son fuentes esenciales de energía en la formulación. La incorporación de grasas en las dietas aumenta la eficiencia de utilización de energía, permitiendo una sobresaliente absorción de los nutrientes.

Según Morales y Vera (2018) los valores que presentan en el diseño de una planta piloto para la elaboración de alimentos balanceados de pollos para la empresa "Agrogruled S.A." de grasa son de 5 % mínimo, con respecto a valores que se presenta en la tabla 7, todos los tratamientos tienen valores similares a los mencionados anteriormente y con relación a la NTE INEN 1829-2014 están dentro del rango requerido.

CONCLUSIONES

En el ambiente amazónico, uno de los productos más comunes es el plátano, la inclusión de harina de plátano en el proceso de elaboración de alimento balanceado para pollos broiler en fase de engorde, brinda una oportunidad de utilización de esta especie vegetal como materia prima para piensos, tomando en cuenta que en un contenido del 5 % de inclusión no altera el contenido proteico, indispensable para el desarrollo metabólico de la especie.

LITERATURA CITADA

AFABA (Asociación Ecuatoriana de Fabricantes de Alimentos Balanceados). 2011. Asamblea general. Disponible en: https://www.afaba.org/

AOAC (Association of official Agricultural Chemists). 2016. 954,01, Ed 20, 2016. Official methods of analysis of AOAC International. 20th ed. Rockville, MD, USA: AOAC International.[Internet]. Available in: http://www.directtextbook.com/isbn/9780935584875

AOAC (Association of official Agricultural Chemists). 2016. 930,15, Ed 20, 2016. Official methods of analysis of AOAC International. 20th ed. Rockville, MD, USA: AOAC International.[Internet]. Available in: http://www.directtextbook.com/isbn/9780935584875

AOAC (Association of official Agricultural Chemists). 2016. 942,05, Ed 20, 2016. Official methods of analysis of AOAC International. 20th ed. Rockville, MD, USA: AOAC International.[Internet]. Available in: http://www.directtextbook.com/isbn/9780935584875

AOAC (Association of official Agricultural Chemists). 2016. 31,4,02 Ed 20, 2016. Official methods of analysis of AOAC International. 20th ed. Rockville, MD, USA: AOAC International.[Internet]. Available in: http://www.directtextbook.com/isbn/9780935584875

Bello, L & Paredes, O. 2009. Starches of Some Food Crops, Changes During Processing and Their Nutraceutical Potential. Food Engineering Reviews, 1(1): 50-65.

Cevallos P. 2009. Creación de fabrica de harina de platano de rechazo para alimento balanceado en la parroquia Aloag Canton Mejía Provincia de Pichincha. (Tesis pregrado-Ingeniero Comercial). Escuela Superior Politécnica del Ejercito. Quito-Ecuador

Delgado, E., Orozco, Y., & Uribe, P. 2013. Comportamiento productivo de pollos alimentados a base de harina de plátano considerando la relación beneficio costo. Revista Zootecnia Trop., 31 (4): 279-290. 2013

Di Rienzo, JA et al. InfoStat versión 2014. Grupo InfoStat, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Disponible: http://www.infostat.com.ar. Acceso: 2 feb. 2014
(2) (PDF) Estructura, composición florística y almacenamiento de carbono en bosques nativos del páramo de Anaime, Tolima, Colombia.

Etuk, E., U. Chinedo, N. Aladi, O. Emenalon & O. Esonu O. 2012. Effects of partial replacement Of maize with 2:1:1 combination of plantain peel, yam peles and palm kernel cake in broiler starter diet. Revista Científica UDO Agrícola 12 (3): 649-652.

Huang, J., Zhao, L., Man, J., Wang, J., Zhong, W., Huai, H. and Wei, C. 2015. Comparison of physicochemical properties of B-type nontraditional starches from different sources. International Journal of Biological Macromolecules, 78:165- 172

INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). 2016. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. Quito-Ecuador

Kerr, B.J. y Kidd, M.T. 1999. Amino acid supplementation of low–protein broiler diets: 2. Formulation on an ideal amino acid basis. Revista de investigación avícola aplicada, 1999 J Appl Poult Sci. 8:310–320

Li, Q., Li, H. y Gao, Q. 2015. The influence of different sugars on corn starch gelatinization process with digital image analysis method. Food Hydrocolloids, 43:803-811.

Mancero, R., Pisco, J. y Tomala, J. 2009. Análisis de Factibilidad al Proceso de Elaboración de Harina de Banano para Balanceado en la Provincia del Guayas. Revista Tecnológica. (Tesis pregrado-Ingeniero Comercial). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil - Ecuador.

Morales, F. A., y Vera, E. E. 2018. Diseño de una planta piloto para la elaboracion de alimentos balanceados de pollos para la empresa "Agrogruled S.A.". (Título pregrado - Ingeniero Químico). Universidad de Guayaquil-Ecuador

Moore, S.A., AI, Y., Chang, F. and Jane, J.L. 2015. Effects of alpha-amylase reaction mechanisms on analysis of resistant-starch contents. Carbohydrate Polymer, 115:465-71.

Muñoz, D. 2017. Estudio de la cadena de valor de alimentos balanceados en el Ecuador.(Tesis maestria) Universidad Andina Simón Bolívar. Quito-Ecuador

NTE INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion) 2014. NTE INEN 1829 : Alimentos para animales, alimentos balanceados para aves de produccion zootecnica, requisitos. Quito.

Rodríguez, B. 2011. Levadura torula desarrollada sobre vinaza de destilerías para la alimentación de aves. Tesis de Grado Científico de Doctor en Ciencias Veterinarias, Mayabeque, Cuba. Pág. 127.

Song, M., Tang, L., Zhang, X., Bai, M., Pang, X. and Zhang, Z. 2015. Effects of high CO_2 treatment on green-ripening and peel senescence in banana and plantain fruits. journal of integrative agriculture, 14(5):875-887

Toro, C. 2008. Comparación del cerdo criollo vs mejorado en la capacidad de digestión y fermentación de dietas con diferentes tipos de materias primas fibrosas. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Yusufo P., Mosiko T.B. and Ojuko O. 2014. Effect of Firm Ripe Plantain Fruit Flour Addition on the Chemical, Sensory and Microbial Quality of Fura Powder. Nigerian Food Journal, 32(1):38-44

REVISTA ESPAMCIENCIA para el agro

ACTIVIDAD FOTOSINTÉTICA DE DIEZ CLONES DE CACAO NACIONAL Y SU RELACIÓN CON EL RENDIMIENTO

PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF TEN NATIONAL COCOA CLONES AND THEIR RELATIONSHIP TO YIELD

Wilmer Tezara Fernández[1,2], Enqui Euliquio Valencia Caicedo[1], Víctor Hugo Reynel Chila[1], Milton José Bolaños Ortega[1], Héctor Blanco Flores[2]

[1]Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica Luis Vargas Torres, Estación Experimental Mutile, Esmeraldas, Ecuador
[2]Instituto de Biología Experimental, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. 47114 Caracas 1041 A, Venezuela

Email: wilmer.tezara@ciens.ucv.ve

Información del artículo

Tipo de artículo:
Artículo original

Recibido:
10/04/2020

Aceptado:
28/06/2020

Licencia:
CC BY-NC-SA 4.0

Revista ESPAMCIENCIA
11(1):19-27

DOI:
https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v11i1.202

Resumen

Con la finalidad de identificar clones con un buen desempeño fisiológico, obtener información relevante de la actividad fotosintética y su correlación con la producción del cacao nacional, se evaluó la actividad fotosintética: la tasa de fotosíntesis (A), conductancia estomática (g_s), eficiencia de uso de agua (EUA) y actividad fotoquímica: eficiencia cuántica del PSII (Φ_{PSII}), tasa de transporte de electrones (J) y la producción de mazorcas y almendras de cacao de 10 clones de cacao nacional cultivados en el norte de Esmeraldas. Se encontraron diferencias en A, g_s, J y Φ_{PSII} entre los clones; observándose las mayores A en PMA 12, T8 e INIAP 484, producto de altas g_s y J. Hubo una correlación positiva y significativa entre J, fotosíntesis potencial (J/10) y la producción de cacao en los clones evaluados, sugiriendo que las mayores A, producto de una mayor actividad fotoquímica en el cacao ecuatoriano, contribuiría con una mayor cantidad de foto asimilados, que podrían explicar parcialmente una mayor producción. Los resultados indican que los clones T8, T1, T11 y PMA 12 muestran un alto desempeño fotosintético, con una mayor tolerancia a enfermedades (menor índice de mazorcas enfermas) y una mayor producción, por lo que podrían ser recomendados para la zona del Norte de Esmeraldas; mientras que los clones T13, INIAP 484, T23 y T24, funcionan de manera opuesta, es decir baja producción, baja capacidad fotoquímica y susceptibles a enfermedades (alto índice de mazorcas enfermas).

Palabras clave: Fotosíntesis, fluorescencia, cacao, mazorca, uso de agua, producción.

Abstract

Photosynthetic activity was evaluated in order to identify clones with good physiological performance and obtain relevant information on photosynthetic activity and its correlation with national cocoa production. The analysis included the photosynthesis rate (A), stomatal conductance (g_s), water use efficiency (WUE) and photochemical activity: quantum yield of PSII (Φ_{PSII}), electron transport rate (J) and the production of cocoa pods and kernels from ten domestic cocoa clones grown in northern Esmeraldas. Differences in A, g_s, J and Φ_{PSII} were found among the clones; the highest A was observed in PMA 12, T8 and INIAP 484, because of high g_s and J. There was a positive and significant correlation between J, potential photosynthesis (J/10) and cocoa production in the clones evaluated, suggesting that the higher A, as a result of higher photochemical activity in Ecuadorian cocoa, would contribute to a higher amount of photoassimilates, which could partially explain a higher production. The results indicate that the T8, T1, T11 and PMA 12 clones show a high photosynthetic performance, with a higher tolerance to diseases (lower index of diseased pods) and a higher production, so they could be recommended for the northern area of Esmeraldas; while the T13, INIAP 484, T23 and T24 clones work in the opposite direction, i.e. low production, low photochemical capacity and susceptibility to diseases (high index of diseased pods).

Keywords: Photosynthesis, fluorescence, cocoa, pods, water use, production

INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es uno de los cultivos perennes más importantes del mundo, cultivado por casi 6 millones de agricultores en varios países tropicales (Baligar *et al*., 2008). La producción mundial de cacao para el 2018, superó las 4,65 toneladas métricas, con su rendimiento superior a los 620 kg ha^{-1}. Ecuador forma parte de un grupo selecto de países en América que son productores de cacao fino de aroma, siendo actualmente el primer productor en Latinoamérica y el tercer productor de cacao a nivel mundial (ICCO, 2019).

La producción promedio de cacao ecuatoriano representa el 6,2% del total mundial (Sánchez y Garcés, 2012; ICCO, 2019). En el 2018, el rendimiento en Ecuador fue de 585 kg ha^{-1} (287 000 toneladas en un área cosechada de 490 000 ha), ligeramente inferior al promedio de producción mundial (ICCO, 2019).

El cacao es un árbol tropical semicaducifolio, perteneciente a las Malvaceae (Alverson *et al*., 1999), con una distribución que abarca los bosques lluviosos de la cuenca amazónica, de Centro y Sur América (Zhang *et al*., 2009). Su centro de diversidad se encuentra en la región amazónica (Motamayor *et al*., 2002). Actualmente del cacao está agrupado en 10 grupos genéticos: Amelonados, Contamana, Guiana, Iquitos Marañón, Nanay, Purús, Nacional, Curaray y Criollo (Motamayor *et al*., 2008), los últimos tres grupos se encuentran en el Ecuador.

En el Ecuador existe un tipo de cacao fino de aroma único en el mundo, ya que a nivel sensorial posee altas notas florales, denominado cacao "Arriba", proveniente de la variedad Nacional considerado como cacao Forastero, debido a su genética, morfología de la mazorca y coloración violeta oscuro de sus semillas. Sin embargo, Loor y Amores (2003) señalan que en el Ecuador no existe una variedad nacional genéticamente pura del cacao, lo que se encuentra es una mezcla de híbridos naturales que se agrupan en el complejo "Nacional x Trinitario" y algunas poblaciones de Criollo ubicados al Norte de Esmeraldas.

A pesar de que los programas de mejoramiento genético en Ecuador están basados en una extensa información agronómica, de productividad y tolerancia a enfermedades de la mayoría de los clones del cacao, carecen de información ecofisiológica; todavía existe desconocimiento de muchos procesos fisiológicos en cacao y es escasa la información de la actividad fotosintética en cacao ecuatoriano (Tezara, 2017). Esta información puede considerarse imprescindible para entender las respuestas potenciales de aclimatación y su relación con las variables de producción de los nuevos clones de cacao a las diferentes regiones agroecológicas. El cacao muestra tasas de fotosíntesis (A) relativamente bajas y probablemente requiere de grandes cantidades de carbohidratos para el rendimiento del cultivo; sin embargo, las complejas interacciones entre la fotosíntesis, asignación y almacenamiento de carbono y la descomposición y por tanto la degeneración de los árboles, no han sido estudiadas en detalle (Tezara, 2017).

Las A y conductancias estomáticas (g_s) reportadas de los diferentes clones de cacao cultivados en invernadero y en campo son bajas, y varían entre 3 a 7 μmol m^{-2} s^{-1} y 50 a 120 mmol m^{-2} s^{-1}, respectivamente (Daymond *et al*., 2011; Acheampong *et al*., 2013; Tezara *et al*., 2020). Se ha reportado que el cacao muestra una alta sensibilidad al déficit hídrico del suelo (Tezara *et al*., 2016, 2020) y a alta densidad de flujo fotónico (DFF) entre otros estreses abióticos (De Almeida *et al*., 2018).

El intercambio de gases permite estimar los cambios en la capacidad fotosintética producidos por algún tipo de estrés; sin embargo, estas medidas no pueden definir completamente los efectos en los procesos bioquímicos y fotoquímicos involucrados en la fijación de carbono, por lo que las medidas de actividad fotoquímica, como la fluorescencia de la clorofila *a* son de gran importancia para ampliar la información fisiológica de las plantas (Krause y Weis, 1991; Wang y Kellomäki, 1997). La fluorescencia del fotosistema II (PSII) están relacionadas con las reacciones de óxido-reducción de los complejos proteínas-pigmentos en los tilacoides (reacciones fotoquímicas); y los parámetros derivados de la florescencia pueden expresar la capacidad máxima de respuesta de la maquinaria fotosintética de una planta (Krause y Weis, 1991).

Generalmente se ha reportado que el cacao es una especie umbrófila que crece en ambientes del soto-bosque de las selvas tropicales con alta precipitación y reducida disponibilidad de luz. El cacao muestra un bajo punto de saturación de luz (300-600 μmol m^{-2} s^{-1}), bajas tasas máximas de fotosíntesis a luz saturante, bajas tasas de respiración en oscuridad y altas eficiencias cuánticas (Tezara *et al*., 2016; Ávila-Lovera *et al*., 2016; De Almeida *et al*., 2018).

Se ha reportado que el cacao es incapaz de adaptarse a una alta DFF, aun cuando se conoce la existencia de cacaos cultivados exitosamente en plena exposición en Brasil, Ecuador y países africanos (Ghana y Costa de Marfil). Las respuestas de la A en altas intensidades lumínicas y sus efectos sobre el crecimiento varía entre cultivares de cacao (Tezara *et al*., 2015; De Almeida *et al*., 2018; Jaimez *et al*., 2018). Recientemente, se han

estudiado diferentes variables ecofisiológicas, tales como la actividad fotosintética e intercambio de gases, eficiencia de uso de agua y actividad fotoquímica del PSII, en algunos clones de cacao ecuatorianos (Tezara *et al*., 2015, 2016, 2017; Jaimez *et al*., 2018). En 20 clones de cacao ecuatoriano cultivados a plena exposición solar en el norte de Esmeraldas, se redujo significativamente el área foliar específica y la eficiencia cuántica máxima del fotosistema II (F_v/F_m), mostrando cambios morfoanatómicos y regulación descendente del aparato fotoquímico, lo que sugirió la aclimatación de cacaos ecuatorianos a diferentes condiciones lumínicas (Tezara *et al*., 2015). En las condiciones climáticas en la costa de Ecuador, donde la mayor parte del año hay alta densidad de nubes y baja demanda evaporativa, existe la posibilidad de cultivar cacao a plena exposición solar (Jaimez *et al*., 2018).

Recientemente, se reportó en 8 clones de cacao Nacional, en CCN 51 y EET 103 un aumento del 35 % en promedio en la A con el incremento del DFF desde 400 a 1000 μmol m^{-2} s^{-1}. La A se asoció con una mayor tasa de transporte de electrones, mientras que la alta conductancia estomática se mantuvo en ambas condiciones de DFF (Jaimez *et al*., 2018).

El cacao ecuatoriano cultivado a plena exposición presentó una mayor capacidad fotosintética que el cacao de la costa en Venezuela; mostrando mayores A en las reportadas en la literatura (A<7 μmol m^{-2} s^{-1}), lo cual podría representar una ganancia genética importante para lograr óptimos rendimientos (Tezara *et al*., 2017; Jaimez *et al*., 2018).

Es importante generar información relevante, y novedosa del intercambio gaseoso y actividad fotoquímica del fotosistema II de clones de cacao ecuatoriano. El principal objetivo del estudio consistió en evaluar la actividad fotosintética y su correlación con la producción de 10 clones de cacao.

Se espera que la actividad fotosintética se relacione con la producción en los clones de cacao estudiado. Esta información permitirá seleccionar clones que tengan un buen desempeño fisiológico (mayor capacidad fotosintética y/o mejor eficiencia de uso de agua) y su relación con la producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio y diseño experimental

La investigación se realizó en una finca ubicada en San Agustín, Eloy Alfaro, provincia de Esmeraldas, (N 01° 03' 210'' y S 078° 55' 83''). Se utilizó un diseño de bloques al Azar (10 parcelas con 50 plantas de cada clon por repetición), con 10 tratamientos y 2 repeticiones, en un área de 1,245 ha. Cada planta clonal fue sembrada a una distancia de siembra de 3 x 4 m, para un total de 1000 plantas en el área de muestreo (unidad experimental: 100 plantas x 10 tratamientos). La evaluación de las variables agronómicas, se realizó de enero a septiembre del 2019, en árboles de 7 años de edad. Las variables fisiológicas se realizaron en septiembre, al final del muestreo.

Material vegetal

Se evaluaron 10 clones de cacao: ocho clones de cacao nacional productivos, tolerantes a enfermedades (T1, T8, T10, T11, T13, T16, T23 y T24) provenientes de una selección avanzada de cruzamientos genéticos, procedentes de la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP (EET), clon PMA 12 (Cacao del complejo nacional), que proviene de la selección realizada por la (UTE-LVT y un agricultor, el Sr. Máximo Pincay) en la parroquia Malimpia, del cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas y el clon CCN-51 (Colección Castro Naranjal); usado como control, dada su alta productividad en diversas regiones del Ecuador.

Condiciones edafoclimáticas del sitio

La precipitación promedio anual es de 2600 mm, de enero a junio es el periodo con mayor precipitación, mostrando su máxima fuerza en mayo (560,4 mm) y un promedio mensual de 222,2 mm, con una temperatura de 25,9 °C mensual, heliofanía 88,7 horas por mes y con una humedad relativa de 84,1 % (Estación Meteorológica de San Lorenzo, INAMHI). Textura del suelo limo─arcillosa, con un pH de 5,5.

Manejo agronómico

El área del ensayo se fertilizó con base al análisis químico del suelo con Urea 46%, DAP 18-46-00, ClK 60 % durante el periodo de estudio. La dosis de fertilizantes que se aplicó fue: 349,71gr de Urea (2 aplicaciones de 174,85 gr), 217,39 gr DAP y 250 gr ClK) por planta, para obtener un óptimo desarrollo del cultivo y maximizar la producción. Se eliminaron los frutos enfermos con moniliasis *(Moniliophthora roreri*) y escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) y cherelle wilt (marchitez prematura) cada 15 días; se procedió a cortar todos los frutos enfermos y se dejaron en el suelo cuidadosamente para evitar que los hongos se dispersen en el ensayo. Se aplicó *Trichoderma harzianum* como un biocontrolador, en una dosis de 90 gr (10^9 UFC) para todo el ensayo al inicio de la investigación.

Variables fisiológicas

Se evaluó el intercambio gaseoso: A (μmol CO_2 m^{-2} s^{-1}), tasa de transpiración (E; mmol H_2O m^{-2} s^{-1}),

conductancia estomática (g_s; mmol H_2O m^{-2} s^{-1}), concentración intercelular de CO_2 (C_i; µmol mol^{-1}) y eficiencia de uso de agua (EUA = A/E; mmol CO_2 mol H_20^{-1}), para ello se utilizó un analizador infrarrojo de gases portátil modelo CIRAS 2 (PP Systems, Hitchin, RU). Todas las medidas se realizaron en hojas adultas completamente expandidas y sanas de 6 árboles individuales de cada clon de cacao, escogidos al azar en la región central de cada parcela (n=6), bajo las siguientes condiciones: concentraciones de CO_2 ambiental (C_a) 410 ± 10 ppm, a 21% de O_2, temperatura 28 ± 1,3°C, densidad de flujo fotónico saturante (DFF) 1000 µmol m^{-2} s^{-1} y un gradiente vapor de agua hoja-aire (VPD) 13,6 ± 0,73 mbares. El intercambio gaseoso se realizó entre 8:00 am y 12 pm.

Actividad fotoquímica del PSII

Las medidas de fluorescencia de la clorofila *a* del PSII se realizaron con un fluorímetro portátil (PAM 2100, WALZ, Alemania) en hojas adultas completamente expandidas, en 6 árboles (n=6) seleccionados al azar en cada clon. En hojas adaptadas a una DFF de 1000 μmol m^{-2} s^{-1}, se determinaron las medidas instantáneas de la fluorescencia mínima (F'_o), fluorescencia máxima (F'_m) y fluorescencia estable (F) siguiendo el protocolo establecido por Genty *et al*. (1989). Se estimaron los siguientes parámetros: Eficiencia cuántica relativa del PSII: $\Phi_{PSII} = (F'_m-F)/F'_m$, Coeficiente de extinción fotoquímica: $q_P = (F'_m-F)/(F'_m-F'_o)$, Coeficiente de extinción no fotoquímica: $q_N = 1- (F'_m- F'_o)/(F_m - F_o)$, donde F_o y F_m son los valores de fluorescencias mínimos y máximos medidos en hojas adaptadas en oscuridad. El transporte total de electrones (J) se calculó según: $J= \Phi_{PSII} \times DFF \times a \times f$ (µmol e- m^{-2} s^{-1}), donde a es la fracción de DFF absorbida por la hoja (considerada como 0,84) y f es la proporción de e- que es absorbida por el PSII (0,5 considerando que ambos fotosistemas están involucrados de igual manera en el transporte lineal de e-).

Variables agronómicas evaluadas

Se evaluaron cada 15 días las variables productivas y sanitarias, cosechando todos los frutos fisiológicamente maduros, sanos y enfermos de 48 árboles de cada clon (24 árboles en cada repetición), ubicados en la región central de cada parcela, eliminando el efecto de borde). Las almendras adquiridas se pesaron para obtener la producción total del árbol (Kg/ha y qq/ha). Se contabilizó frutos sanos, frutos con moniliasis y otras enfermedades en cada árbol, de cada tratamiento. Para el rendimiento de cacao (peso húmedo y seco) se registró en cada uno de los árboles de parcela, procediendo a extraer y pesar las almendras durante la cosecha (cada quince días). Este peso fresco se transformó a peso seco multiplicando por el factor de conversión 0,4 (relación de peso fresco y seco).

Incide de mazorcas enfermas (% ME): esta variable se registró considerando solo mazorcas afectadas por monilla de cada árbol, en los tratamientos mediante la siguiente formula:

% ME = [Número de frutos con síntomas (Protuberancias, manchas, esporulados y momificadas) / Número de frutos totales evaluados (sanos + enfermos)] * 100 **(1)**

Análisis estadístico

Se utilizó el paquete estadístico Statistica 10 para realizar el análisis de varianza (ANAVA) de una vía, con un nivel de significancia de $p<0,05$. Las gráficas y regresiones lineales se realizaron con Sigmaplot 11 (Systat Software, Inc., San José, CA). Las regresiones fueron probadas para significancia a $p <0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Intercambio gaseoso

La A, g_s y EUA mostraron diferencias significativas entre clones ($p<0,05$). Los clones PMA12, T8 e INIAP 484 mostraron los mayores A y EUA, mientras que el clon CCN 51 mostró las menores A y EUA (Figura 1). La g_s en T1 y PMA12 fue de 149 ±19 mmol m^{-2} s^{-1} y de 300 ± 35 mmol m^{-2} s^{-1} en T16 y CCN 51. Por el contrario, la E (2,54 ± 0,14 mmol m^{-2} s^{-1}) y la C_i (290 ± 8 µmol mol^{-1}) no mostraron diferencias significativas entre los clones.
Los valores de A, g_s, E y EUA observados en 10 clones de cacao nacional en San Agustín, son similares a los valores reportados para clones de cacao nacional cultivados en Pichilingue (Jaimez *et al*., 2018), PMA 12 y CCN 51 evaluados en Quinindé y San Agustín (Tezara *et al*., 2016) y en clones de cacao nacional evaluados en Eloy Alfaro (Tezara *et al*., 2017).

Las A y g_s, fueron altas en comparación con las previamente reportados en cacao forasteros y criollos en la literatura (Daymond *et al*., 2011; Acheampong *et al*., 2013; Ávila-Lovera *et al*., 2016; Tezara *et al*., 2016, 2020).

Los resultados confirman lo reportado por Tezara *et al*., (2017) y Jaimez *et al*., (2018), donde la A y g_s de cacaos ecuatorianos son mayores a los valores reportados en cacao forasteros y criollos cultivados en diferentes condiciones de crecimiento; sugiriendo que el cacao Ecuatoriano tiene mayores tasa de A producto de mayores g_s.

Actividad fotoquímica

La actividad fotoquímica del fotosistema II mostró diferencias significativas entre clones en los siguientes parámetros Φ_{PSII} y J. Los clones con mayores Φ_{PSII} y J fueron el T24 y T8, respectivamente; mientras que los menores valores se observaron en el clon T13 (Figura 2).

La actividad fotoquímica del fotosistema II, mostró valores de Φ_{PSII}, J, q_P y q_N similares a los reportados previamente en cacaos ecuatorianos (Tezara *et al*., 2015, 2017; Jaimez *et al*., 2018).

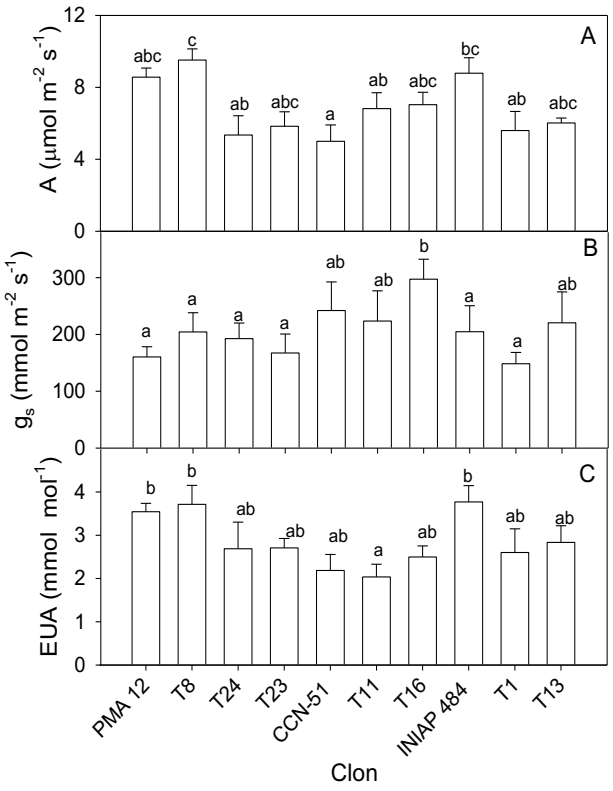


Figura 1. Intercambio gaseoso de 10 clones de cacao nacional. A. Tasa de Fotosíntesis, B. Conductancia estomática, C. Eficiencia de uso de agua. Letras diferentes indican diferencias significativas entre clones ($p<0,05$).

Los clones con mayores Φ_{PSII} y J fueron el T24, T8, T1 y PMA 12, respectivamente; sugiriendo una mayor actividad fotoquímica y por tanto mejor uso de la luz en estos clones; mientras que los menores valores de actividad fotoquímica (menos eficientes usando la luz) se observaron en el clon T13.

Mayores valores de J, Φ_{PSII} y q_P en cacao nacional que en cacaos criollos indican una mayor actividad fotoquímica potencial, y una menor cantidad de energía disipada en forma de calor (q_N) (Tezara *et al*., 2015). Similares resultados han sido reportado previamente en cacao en la provincia de Esmeraldas donde se encontró aclimatación del aparato fotoquímico; lo cual podría permitir al cacao nacional se ajuste a las diferentes condiciones lumínicas de Ecuador (Tezara *et al*., 2015, 2016, 2017; Jaimez *et al*., 2018).

Tradicionalmente, el cacao se ha considerado una especie tolerante a la sombra; sin embargo, bajo las condiciones climáticas características de las zonas de la costa ecuatoriana donde la permanencia de una alta nubosidad durante la mayor parte del año (Ambiente de baja DFF, alta humedad relativa y bajo gradiente de vapor de H_2O hoja-aire), ha permitido que se logren establecer con éxito el cacao a plena exposición, aunque el cultivo requiera de una mayor fertilización (Tezara *et al*., 2017; Jaimez *et al*., 2018).

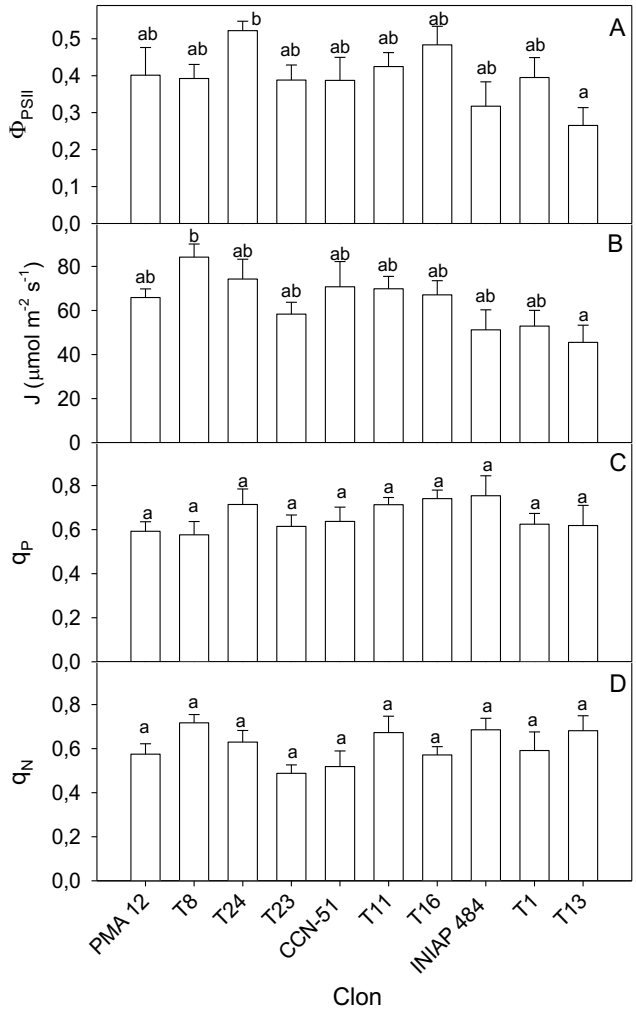


Figura 2. Actividad fotoquímica del PSII de 10 clones de cacao nacional. A. eficiencia cuántica del PSII, B. Transporte de electrones, C. coeficiente de extinción fotoquímica, y D.

coeficiente de extinción no fotoquímica. Letras diferentes indican diferencias significativas entre clones ($p<0,05$).

Este cultivo tiene la capacidad de crecer a altas DFF, la evaluación en el balance entre la captura de luz y en la disipación de energía del exceso de luz; al igual que el desempeño del intercambio gaseoso foliar del cacao élite ecuatoriano, podría ser una importante estrategia para mejorar la producción de este tipo de cacao basándose en un manejo agrícola adecuado, trayendo mayores beneficios a los productores del país (Tezara *et al*., 2016).

Apoyando lo previamente reportado, los caracteres morfológicos, fisiológicos y de productividad de los clones de cacao ecuatoriano, pueden aclimatarse a condiciones de plena exposición solar (Tezara *et al*., 2015, 2017; Jaimez *et al*., 2018).

La mayor A se asoció a mayores g_s y J. A altas DFF, se encontró una mayor cantidad de energía canalizada a eventos fotoquímicos (altos q_P), y valores relativamente bajos de q_N, lo que sugiere un sistema de disipación de energía eficiente.

Variables de producción

Se puede observar una pequeña producción (30-194 mazorcas sanas) durante los meses marzo-abril y un pico de máxima en el mes de septiembre, siendo los clones T11, T8 y T1 los que mostraron la mayor producción de mazorcas sanas, mientras que los clones menos productivos fueron T23, INIAP 484 y T13, respectivamente (Figura 3A).

En cuanto a la producción de mazorcas enfermas se puede notar que en septiembre se separan claramente tres grupos, uno con alta producción (Susceptibles a enfermedades como son los clones T23, INIAP 484 y T13), un grupo resistente (Con menor producción de mazorcas enfermas, mostrados por los clones PMA 12 y T11) y un grupo intermedio en susceptibilidad por los clones restantes (Figura 3B).

Los resultados obtenidos, en la producción de mazorcas sanas y por tanto con mayor rendimiento de almendras seca por hectárea, coinciden con obtenidos en los mismos clones en San Agustín en arboles dos años más jóvenes (Cortez, 2017).

La producción de mazorcas sanas mostró diferencias entre clones independientemente del tiempo. Los clones con mayor producción de mazorca sanas fueron T11, T8 y T1; mientras que los que mostraron menor número de mazorcas sanas fueron los clones T23, INIAP 484 y T13 respectivamente, similar a lo reportado previamente por Cortez (2017).

Los clones con mayor producción de mazorcas enfermas fueron T23, INIAP 484, y T24; a diferencia de los clones CCN51 y T1 con mayor cantidad mazorcas enfermas encontradas por Cortez (2017); mientras que los que mostraron menor número de mazorcas enfermas fueron los clones T8, PMA 12 y T11 respectivamente, similares resultados fueron reportados (Cortez, 2017). Notándose que en el experimento existen materiales muy productivos pero sensibles a monilla.

Los clones más susceptibles y por tanto con mayor índice de mazorcas enfermas (% ME, 50-60 %) fueron T23, INIAP 484, T24 y T13. Por el contario los menos susceptibles y que mostraron menor % ME (5-27%) fueron T11, PMA 12, T8 y T1 (Cuadro 1).

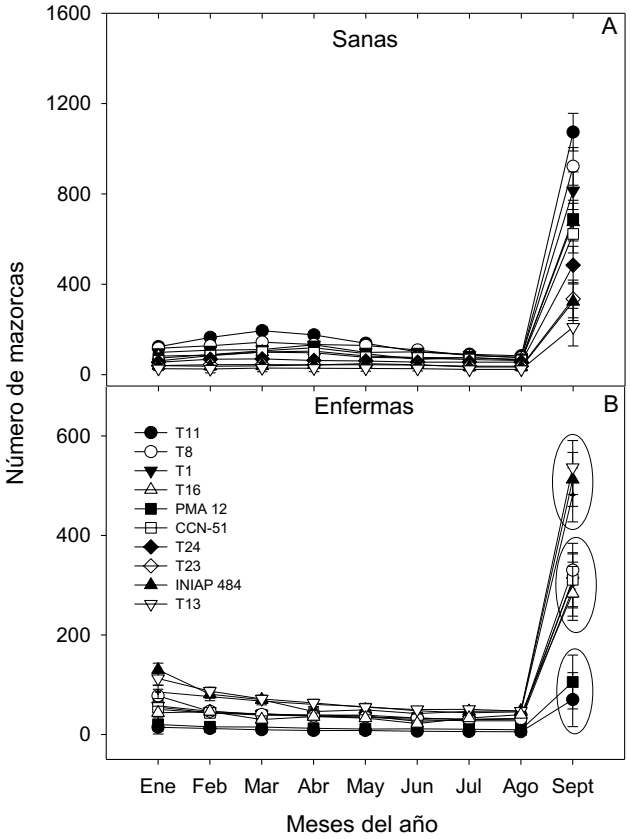


Figura 3. A. Producción de mazorcas sanas y B. mazorcas enfermas para los 10 clones de cacao estudiados durante 9 meses.

Los clones INIAP 484, T23, T13 y T24 fueron los más susceptibles a enfermedades; mientras que los clones tolerantes (T11, PMA 12, T8 y T1), y la mejor selección para ser cultivados en el área de estudio.

La producción de cacao seco, extrapolada a una densidad de 833 árboles por hectárea; mostraron diferencias estadísticas significativas entre los clones (Figura 4). Se

observaron cuatro grupos bien diferenciados: en primer lugar el clon T8, seguido de los clones T1 y T11; un tercer grupo formado por los clones PMA 12, CCN 51, T16, T24, T23 e INIAP 484 y por último el clon T13 (263,02 kg/ha; 5,84 qq/ ha) (Cuadro 1; Figura 4).

Cuadro 1. Número de mazorcas totales, porcentaje de mazorca enfermas y producción de cacao seco, expresados como kilogramos de peso seco por hectárea y en quintales /ha.

Clones	Total	% ME	(Kg/ha)	(qq/ha)
INIAP 484	1672	**61,3**	583,9	12,9
CCN 51	1905	34,6	1296,4	28,8
PMA 12	1589	13,3	**1339,2**	**29,8**
T11	2287	6,1	**1490,4**	**33,1**
T8	2428	24,1	**2560,1**	**56,9**
T24	1933	**49,8**	1010,0	22,4
T23	1696	**60,4**	698,7	15,5
T16	1973	31,5	1219,2	27,1
T1	2246	27,5	**1696,2**	**37,7**
T13	988	**57,4**	263,02	5,84

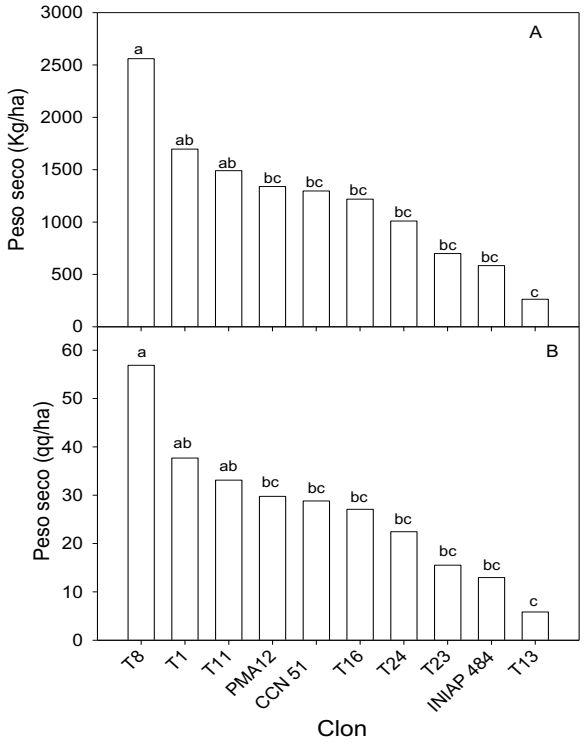


Figura 4. Producción de cacao: A. Kilógramo peso seco por hectárea y B. quintales por hectárea en 10 clones de cacaos. Letras diferentes indican diferencias significativas entre clones (p<0,05).

El rendimiento de cacao seco por ha fue mayor en los clones T8, T1, T11 con valores entre 2560-1490 kg/ha, mientras que los clones T23, INIAP 484 y T13 mostraron un bajo rendimiento: 699 y 584, 263 kg/ha, respectivamente. Estos resultados indican que no todos los clones de cacao nacionales tienen un alto potencial productivo en el norte de Esmeraldas.

Los resultados indican que hay clones con un alto desempeño fotosintético, con un menor índice de mazorcas enfermas y mayor producción (T8, T1, T11 y PMA 12); que pueden ser recomendados para la zona del Norte de Esmeraldas. Mientras que los clones (T13, INIAP 484, T23 y T24), muestran una baja capacidad fotoquímica, baja producción y son susceptibles a enfermedades por lo que no se recomiendan para esta área de estudio.

Los datos de producción obtenidos en esta investigación son muy superiores a los reportados en el mismo ensayo en árboles dos años más jóvenes (Cortez, 2017); quien indicó que sus resultados fueron producto de las primeras evaluaciones tomando en cuenta que esta plantación tenía cuatro años de establecida para el momento de su evaluación. Sin embargo, la repuesta productiva de los clones fue similar a la encontrada en este estudio (Clones T8, T1 y T11 muy productivos, mientras que T23, INIAP 484 y T13 mostraron una baja producción).

Relación, variables fisiológicas y rendimiento

Se observó una baja correlación entre la producción de cacao seco expresada en kg/ha y la tasa neta de fotosíntesis (A) medida con sistema de intercambio gaseoso (r=0,37; p=0,23). Esta falta de correlación podría explicarse a que la A es un valor puntual e instantáneo, que presenta limitaciones estomáticas. No todo el CO_2 asimilado por fotosíntesis es trasladado únicamente a la producción de mazorcas, parte de los fotosimilados son utilizados en procesos metabólicos, desarrollos y crecimiento de otros órganos de la planta (producción de hojas, crecimiento floración, fructificación, entre otros).

Por el contrario, se observó una alta correlación entre la producción de cacao seco expresada en kg/ha y la tasa neta del transporte de electrones (J) (r=0,74) y la tasa de fotosíntesis potencial máxima, calculada como (J/10) suponiendo que se necesitan al menos 10 electrones por mol CO_2 asimilado, y que todos los electrones transportados a través del PSII se van hacia la fotosíntesis.

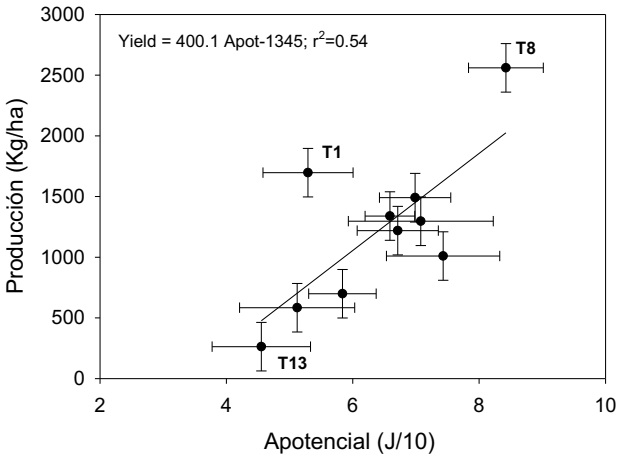


Figura 5. Relación lineal entre la producción de cacao seco y la fotosíntesis potencial (J/10); medidas en los 10 clones de cacaos estudiados. Se muestra la ecuación de regresión lineal y el coeficiente de determinación, significativos a p<0,05.

Una relación lineal significativa entre la producción de cacao y fotosíntesis potencial, sugiere que con valores de J podría ser una medida rápida y sencilla, para estimar el rendimiento de cacao de los 10 clones de cacao estudiados en la zona de san Agustín. Sin embargo, esto representa una primera evidencia, que podría ser circunstancial. Es importante una mayor cantidad de estudios en esta dirección para alcanzar conclusiones definitivas. Se sugiere continuar investigaciones donde se realicen: balances de carbono diurnos, actividad fotoquímica y eficiencia de uso de agua a largo plazo, así como variables microclimáticas y sus variaciones estacionales y a través de análisis multivariados se logre encontrar una relación más robusta entre las variables fisiológicas y el rendimiento en cacao.

CONCLUSIONES

Los clones de cacao evaluados presentaron plasticidad fotosintética y productiva aun cuando crecen en las mismas condiciones agroecológicas. Los mayores valores de A y J se observaron en los clones (PMA 12, T8, INIAP 484 y T11).

Una mayor capacidad fotosintética podría explicar parcialmente el mayor rendimiento que se obtiene en estos clones de cacao del Ecuador. La mayor A se asoció a mayores g_s y J.

Las mayores tasas de fotosíntesis potenciales (J/10), producto de una mayor actividad fotoquímica en los clones de cacao ecuatoriano (T8, T1 y T11), contribuiría con una mayor cantidad de carbohidratos, que podrían explicar parcialmente una mayor producción en estos clones.

LITERATURA CITADA

Acheampong, K; Hadley, P. and Daymond A.J. 2013. Photosynthetic activity and early growth of four cacao genotypes as influenced by different shade regimes under West African dry and wet season conditions. Experimental Agriculture 49:31–42.

Alverson, W. S.; Whitlock, B. A.; Nyffeler, R.; Bayer, C.; Baum, D. A. 1999. Phylogeny of the core Malvales: evidence from ndhF sequence data. Am. J. Bot. 86:1474–1486.

Ávila-Lovera, E.; Coronel, I.; Jaimez, R.; Urich, R.; Pereyra, G.; Araque, O.; Chacón, I.; Tezara, W. 2016. Ecophysiological traits of adult trees of Criollo cocoa cultivars (*Theobroma cacao* L.) from a germplasm bank in Venezuela. Experimental Agriculture 52:137–153.

Baligar, V.; Bunce J.; Machado, R.; Elson, M. 2008. Photosynthetic photon flux density carbon, dioxide concentration and vapor pressure deficit effects on photosynthesis in cacao seedlings. Photosynthetica 46:216–221.

Cortez, J.L. 2017. Evaluación del comportamiento agronómico de 10 clones de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.), de selecciones avanzadas en el cantón Eloy Alfaro. Universidad Luis Vargas Torres. (F. Agronomía). Trabajo Especial de Grado.

Daymond, A.; Tricker, P.J.; Hadley, P. 2011. Genotypic variation in photosynthesis in cacao is correlated with stomatal conductance and leaf nitrogen. Biologia Plantarum 55:99–104.

De Almeida, J.; Herrera, A; Tezara W. 2018. Phenotypic plasticity to photon flux density of physiological, anatomical and growth traits in a modern Criollo cocoa clone. Physiologia Plantarum 166(3):821–832.

Genty, B.; Briantais, J.; Baker, N. 1989. The relationships between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. Biochimica et Biophysica 990:87-92.

INAMHI (Instituto nacional de Meteorología en Hidrología) 2019. Información datos meteorólogos [Fecha de consulta: septiembre 2019]. Disponible en: http://www.serviciometeorologico.gob.ec/informacion-en-linea.

ICCO (International Cocoa Organization). 2019. Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics, year 2017/18.

Https// www.icco.org/statistics/other-statistical-data.html. [Fecha de consulta: 10 noviembre 2018]. Disponible en: https://www.icco.org/about-us/international-cocoa-agreements/cat_view/30-related-documents/46-statistics-production.html.

Jaimez, R.; Amores, F.; Vasco, A.; Loor, R.; Tarqui, O.; Quijano, G.; Jiménez, J.; Tezara, W. 2018. Photosynthetic response to low and high light of cacao growing without shade in an area of low evaporative demand. Acta biológica Colombiana 23(1): 95–103.

Krause, G. H. and Weis, E. 1991. Chlorophyll Fluorescence and Photosynthesis: The Basics. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology. 42(1): 313-349.

Loor, R. y F. Amores. 2003. Explorando la variabilidad del cacao tipo Nacional para identificar clones elite. Revista Sabor Arriba 2(4): 18–19.

Motamayor, J.; Lachenaud, P.; Wallace, J.; Loor, R.; Kuhn, D.; Steven, J.; Schnell, R. 2008. Geographic and Genetic Population Differentiation of the Amazonian Chocolate Tree (*Theobroma cacao* L.). PLoS ONE 3(10): e3311.

Motamayor, J.; Risterucci, A.; Lopez, P.; Ortíz, C.; Moreno, A.; Lanaud, C. 2002. Cacao domestication I: the origin of the cacao cultivated by the Mayas. Heredity 89: 380-385.

Sánchez Mora, F.D. y Garcés Fiallos, F.R. 2012. *Moniliophthora roreri* (Cif y Par) Evans et al. En el cultivo de cacao. Scientia Agropecuaria, 3(3).

Tezara, W.; De Almeida, J.; Valencia, E.; Cortes, J.; Bolaños, M. 2015. Actividad fotoquímica de clones élites de cacao (*Theobroma cacao* L.) ecuatoriano en el Norte de la Provincia Esmeraldas. Investigación y Saberes IV 3: 37-52.

Tezara, W.; Herrera, A.; De Almeida, J.; Bolaños, M.; Reynel, V. 2016. Respuestas ecofisiológicas y productiva del cacao venezolano y ecuatoriano al estrés. Memorias del Instituto de Biología Experimental 8: 121-124.

Tezara, W. 2017. Características ecofisiológica y productivas del café y cacao En: Bases Agronómicas, Fisiológicas y Tecnológicas del café y cacao. Eds: W Tezara & E Escalante. Pg 12-27 ISBN: 978-9942-8657-6-2. Editorial CIDE, Ecuador.

Tezara, W.; De Almeida, J.; Bolaños, M; Reynel V. 2017. Capacidad fotosintética del cacao: Ecuatorianos vs Venezolanos. Memorias Convención Internacional agroforestal. Pg 956-962. ISBN 978-859-7215-29-5.

Tezara W.; Pereyra, G.; Ávila-Lovera, E.; Herrera A. 2020. Variability in physiological responses of venezuelan cacao to drought. Experimental Agriculture 56: 407–421. doi:10.1017/S0014479720000058.

Wang K. and Kellomäki, S. 1997. Effects of elevated CO_2 and soil-nitrogen supply on chlorophyll fluorescence and gas exchange in Scots pine, based on a branch-in-bag experiment. New Phytologist. 136(2): 277-286.

Zhang, D.; Boccara, M.; Motilal, L.; Mischke, S.; Johnson, E.S.; Butler, D.R.; Bailey, B.; Meinhardt, L. 2009. Molecular characterization of an earliest cacao (*Theobroma cacao* L.) collection from Upper Amazon using microsatellite DNA markers. Tree Genet. Genomes 5(4): 595 – 60.

REVISTA ESPAMCIENCIA
para el agro

COMPORTAMIENTO VEGETATIVO Y PRODUCTIVO DE YUCA VARIEDAD INIAP PORTOVIEJO 651 SEMBRADA EN DIFERENTES FASES LUNARES

VEGETATIVE AND PRODUCTIVE BEHAVIOR OF CASSAVA, VARIETY INIAP PORTOVIEJO 651, PLANTED IN DIFFERENT LUNAR PHASES

Silvia Lorena Montero-Cedeño[1], Ramón Francisco Solórzano-Faubla[2], Wilson Leonel Cevallos-Vera[3], Ángel M. Guzmán-Cedeño[4]

[1]Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Campus Politécnico El Limón, Km 2.7 Vía Calceta-El Limón
[2]Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Portoviejo, Manabí, Ecuador
[3]Ministerio de Educación, Escuela de Educación Básica, Abdón Calderón, Bolívar, Membrillo Manabí, Ecuador
[4] Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Ciudadela universitaria vía San Mateo. Manta, Manabí, Ecuador

Email: smontero@espam.edu.ec

Información del artículo

Tipo de artículo:
Artículo original

Recibido:
28/02/2020

Aceptado:
10/06/2020

Licencia:
CC BY-NC-SA 4.0

Revista ESPAMCIENCIA
11(1):28-33

DOI:
https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v11i1.208

Resumen

Las diferentes fases lunares tienen importancia sobre los fluidos, ya sea en las mareas o dentro de los árboles en su savia y pueden contribuir a mejorar la producción de las especies cultivadas, sin tener que invertir muchos recursos. Con este antecedente, el objetivo de la presente investigación fue evaluar la influencia de las fases lunares en el desarrollo y producción del cultivo de yuca *Manihot esculenta*, variedad INIAP Portoviejo 651 bajo las condiciones agroclimáticas del área de cultivos convencional del campus politécnico de la ESPAM MFL. Fue medido el porcentaje de prendimiento, altura de planta a los 54 días después de la siembra, rendimiento total, rendimiento comercial, y almidón en kilogramos por hectárea. Los resultados muestran significación estadística en altura de planta a los 54 días, la mayor altura obtenida fue 93,8 cm en la fase de Luna llena. No se estableció diferencias estadísticas para las variables rendimiento de yuca fresca, trozos comerciales y cantidad de almidón en kg/ha; sin embargo, los mejores valores se encontraron en la variante de Luna llena. En el análisis económico se observó que la yuca cultivada en fase de Luna llena dio mayor rentabilidad con un ingreso neto de 1872 dólares por hectárea en producción de yuca fresca, con un rendimiento promedio de 752 quintales/ha^{-1}. Se concluye que la fase de Luna llena influye sobre la altura de planta, el rendimiento y por ende la rentabilidad económica del cultivo de yuca.

Palabras clave: Energía lunar, yuca, almidón

Abstract

The different lunar phases have an effect on fluids, as it is evidenced in tides or in tree sap, and can contribute to improve the production of crops, without having to invest many resources. With this background, the objective of this research was to evaluate the influence of lunar phases on the development and production of the *Manihot esculenta* cassava crop, INIAP variety Portoviejo 651, under the agroclimatic conditions of the conventional crop area of the ESPAM MFL university campus. The percentage of plant establishment success and plant height were measured at 54 days after planting as well as total yield, commercial yield, and starch in kilograms per hectare. The results show statistical significance in plant height at 54 days. The highest plant obtained was 93.8 cm in the full moon phase. No statistical differences were established for the variables fresh cassava yield, commercial pieces and amount of starch in kg/ha; however, the best values were found in the full moon variant. In the economic analysis, it was observed that cassava grown during the full moon phase gave greater profitability with a net income of US$ 1872 per hectare in fresh cassava production, with an average yield of 752 quintals/ha-1. It is concluded that the full moon phase influences plant height and yield, and therefore the economic profitability of cassava crops.

Keywords: Moon energy, cassava, starch

INTRODUCCIÓN

Desde tiempos antiguos, el hombre aprovecha los recursos naturales con base en bioconocimientos ancestrales o a saberes agrícolas tradicionales que son generados en las comunidades rurales y son transmitidos de generación en generación por tradición oral (Paungger y Poppen, 1993; Gómez y Gómez González, 2006; De la Cruz, 2008, Citado por Lagarde (2011) Barónjil *et al*., 2014), por ejemplo la cultura milenaria griega, analizaba las fases lunares para la siembra y cosecha y en deidades como Deméter, Diosa de la agricultura, de la fertilidad y de la tierra, que protegía los cultivos y cosechas (Pezo, 2012; Gortaire, 2014; Mera *et al*., 2017)

Angles (1996); Alverenga (1996); Piamonte (2006) y Valdivieso (2017) (1996) citado por Flores *et al*. (2012), mencionan que muchos agricultores toman en cuenta las fases de la Luna para las actividades agrícolas, pues según su experiencia, de ello dependen los resultados de las cosechas. Este conocimiento ha sido transmitido de una generación a otra de forma práctica.

Según Torres (2010), las fases lunares son muy importantes en muchos procesos que suceden en la naturaleza, se ha observado que el ciclo lunar influye en la producción de los cultivos, estimulando o retrasando la germinación de las semillas, acelerando la floración, y muchas veces depende de ellas, el éxito o fracaso de las siembras, injertos, cosechas, entre otros (Pezo, 2012),

Alonso *et al*. (2002) en su trabajo realizado en piñón florido *Gliricidia sepium* menciona, que el influjo lunar sobre las plantas puede determinar una mayor actividad fisiológica, al incrementar la velocidad de traslación de los líquidos en los tejidos conductores durante la fase de la Luna llena. Así, un corte en esta fase facilita una pérdida de líquido debido a la atracción lunar sobre este.

Existen diferentes reacciones de las plantas en las cuatro fases lunares, en Luna llena, generalmente son los días de máximo movimiento de fluidos en la naturaleza, en las mareas y en todo organismo vivo; hay crecimiento balanceado, los frutos están más llenos, las maderas están más húmedas, mejor desarrollo del follaje y raíz , mayor germinación, ya que hay una buena disponibilidad de agua en el suelo, ideal para semillas de rápida germinación; la energía se encuentra en su máxima expresión, los seres se reproducen (Restrepo, 2005; Olmedo, 2009; Pezo, 2012). Mientras que, en cuarto menguante Alverenga (1996), manifiesta que debido a que la luz de la Luna disminuye moderadamente durante el período entre Luna llena a cuarto menguante, hay menor movimiento de fluidos, se observa que, en fenómenos opuestos a la luna llena la planta concentra sus energías en el desarrollo radicular, por ello es recomendable la siembra de semillas de germinación lenta.

Trabajos realizados por Flores *et al*. (2012) en maíz (*Zea mayz*) presentan un mayor porcentaje de germinación de las semillas en luna nueva y cuarto creciente a diferencia de las otras fases lunares. Bellapart (1988), citado por Alonso *et al*. (2002) manifiesta que las plantas sembradas dos días antes de la luna llena, tuvieron un rendimiento más alto y mejor calidad que las que se sembraron en otras fases lunares.

Para Aristizábal y Sánchez (2007), la yuca es un cultivo que tiene una gran importancia para la seguridad alimentaria y la generación de ingresos del productor, especialmente en las regiones propensas a la sequía y de suelos áridos. En este sentido, la yuca es una planta que se adapta bien a los diferentes tipos de suelos, sean arenosos, limosos y arcillosos; además, de ser poco exigente en la calidad física y química del mismo, convirtiéndose en un cultivo idóneo para esta validación.

Son escasos los trabajos de investigación que tratan esta temática, por lo que es importante la generación de conocimiento científico, que permitan validar valiosas prácticas ancestrales, el objetivo de este estudio fue evaluar la influencia de las fases lunares en el cultivo de yuca variedad INIAP Portoviejo 651, bajo las condiciones agroclimáticas del área de cultivos convencional del campus politécnico de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL).

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en el área de investigación, vinculación y producción agrícola convencional de la ESPAM MFL, ubicada en el sitio El Limón-Calceta, del cantón Bolívar, provincia de Manabí, situada geográficamente entre las coordenadas 0°49’23’’ S, 80°11’01’’ O, altitud 15 m.s.n.m. Se empleó como material de siembra la variedad de yuca INIAP Portoviejo 651, conocida por los productores como: yuca de “hoja fina” o “leva pan”. Los tratamientos fueron: T1 yuca sembrada en la fase de luna llena, T2 yuca sembrada en la fase de cuarto menguante, T3 yuca sembrada en la fase de luna nueva, T4 yuca sembrada en la fase de cuarto creciente. La siembra se realizó tres días después de iniciada la fase correspondiente. Se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con el fin de bloquear el nivel de fertilidad del suelo, con cinco repeticiones.

Manejo del experimento

La preparación del suelo fue mecanizada mediante arado, rastrada y surcada. La siembra se realizó a una distancia de 1,5 m entre las hileras y 1 m entre planta, colocando una estaquilla por sitio, de 20 cm de longitud y 2,5 cm de diámetro, en forma vertical al suelo y corte recto en el suelo en capacidad de campo, el material vegetativo de la yuca variedad INIAP 651, se obtuvo de plantas maduras de nueve meses de edad, de un lote comercial sembrado en la localidad del sitio Tarugo del cantón Chone. La unidad experimental estuvo conformada por 35 plantas. Se realizó un monitoreo periódico de plagas, principalmente ácaros fitófagos, siendo necesario una aplicación de abamectina 1,8 EC en dosis de 1,25 mL/L agua, empleándose una bomba nebulizadora motorizada. El control de maleza se efectuó de manera alternada, realizando deshierbas manuales y controles químicos, usando herbicida Paraquat en dosis de 10 mL/L agua. Con base en el análisis de suelo y los requerimientos nutricionales del cultivo, Cadavid y López (2015), se consideró necesario la aplicación de fertilizantes en dos tiempos, a los 27 y 117 días de edad del cultivo, utilizando úrea 30 g/planta (13,8 g de N) y nitrato de potasio 12 g/planta (4,05 g de N y 5,4 g de K), en cada aplicación.

Dos semanas antes de la siembra, se hicieron riegos con una duración de 2 horas y una frecuencia de tres días, con la finalidad que las semillas de malezas germinen y realizar un control químico preventivo; Se empleó riego presurizado por cintas de goteo auto compensado, con un gasto de 2 litros por hora en cada metro lineal, trabajando a una presión de 0,5 Bar. Luego de la siembra, se regó una vez por semana durante dos horas, desde el tercer mes hasta el quinto se dio un riego cada 15 días, del sexto mes hasta la cosecha, ya no fue necesario por la presencia de lluvias. La cosecha fue manual; con ayuda de un machete se cortó la parte superior de la planta a una altura de 40 cm del suelo, posteriormente con una cadena y una palanca de 1,8 m de longitud, se sacó la planta con sus raíces, esta actividad se realizó al octavo mes de edad del cultivo de forma alternada, cada 7 días, empezando por el tratamiento de luna llena, coincidiendo con la misma fase lunar en la cual fue sembrado cada tratamiento.

Se midió el porcentaje de prendimiento de estacas a los 15 días después de la siembra (dds), altura de planta (cm) a los 54 dds, rendimiento total (kg/ha), rendimiento comercial (kg/ha) y cantidad de almidón (kg/ha). Para evaluar las diferencias entre tratamientos según las variables respuestas medidas, los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ADEVA), y separación de media por prueba de rango múltiples de Tuckey con $\alpha = 0.05$. Para ello se utilizó el programa InfoStat versión 1 (Balzarini *et al.,* 2008). También se realizó el costo de producción del mejor tratamiento (Carrillo *et al*., 2014).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al comparar el porcentaje de prendimiento de estacas a los 15 dds, se observa que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, alcanzándose un prendimiento del 100% en todos los tratamientos, lo cual sugiere que las fases lunares no influyeron en el prendimiento de las estacas y que estos resultados más bien se deben a una buena selección del material vegetal, lo cual se cumplió en esta investigación, ya que se obtuvieron de plantas maduras, como lo sugiere Romanoff (1989) citado por Zambrano (2010), quien sostiene que el porcentaje de prendimiento de la yuca está ligado principalmente a una buena selección del material de siembra (varetas). Sin embargo, Flores *et al*. (2012) al realizar un ensayo similar en el cultivo de maíz encontraron en las fases de cuarto creciente y Luna nueva el mayor porcentaje de germinación de las semillas. Es posible que al ser la yuca un cultivo de multiplicación asexual, donde se utilizan estacas, estas posean sustancias nutritivas que le ayudan a asegurar su prendimiento y sobrevivencia, como lo mencionan Molina y López (2009).

El análisis de varianza para la altura de planta (cm) a los 54 días, presentó diferencias significativas entre tratamientos, encontrándose que el desarrollo vegetativo de las plantas cultivadas en Luna llena, se ubica en un rango estadístico diferente al resto con 93,8 cm de altura, presentando el menor tamaño las plantas sembradas en cuarto creciente con 78,6 cm (figura 1).

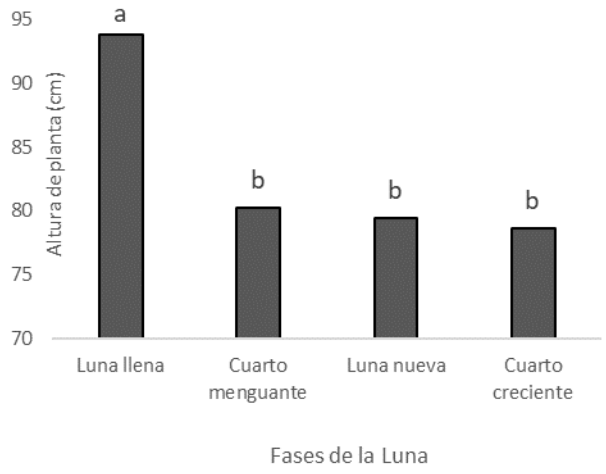


Figura 1. Diferencias en la altura promedio de plantas (cm) a los 54 días después de siembra entre las fases lunares.

Estos resultados son concordantes a los obtenidos por González y Ortiz (2002), quienes mencionan que, en Luna llena, las plantas de yuca se mantuvieron con el mayor desarrollo. El mayor crecimiento vegetativo que se obtuvo en las plantas que se sembraron en Luna llena, se pueden explicar por la mayor actividad fisiológica en la translocación de los fluidos de las plantas en esta fase, como lo mencionan Alonso *et al*. (2002) y Rosi (1997) citado por Olmedo (2009) en sus trabajos realizados en piñón florido *Gliricidia sepium* quienes manifiestan que el influjo lunar sobre las plantas, puede determinar una mayor actividad fisiológica, al incrementar la velocidad de traslación de los líquidos en los tejidos conductores durante la fase de la luna llena. Al respecto Zürcher *et al*. (1998) Citados por Gonzales (2014), mencionan que la luna influye en el flujo de agua entre las diferentes partes de los árboles, además, la intensidad lumínica o fotoperiodo nocturno que refleja la fase de luna llena hace que las plantas se mantengan realizando fotosíntesis y esto resulte en un mayor crecimiento vegetativo como lo señalan Carrillo y Criollo (2005), Flores *et al*. (2012); Gonzales (2014) y Jaramillo *et al*. (2016). Este mayor desarrollo vegetativo, puede ser beneficioso en cultivos cuyo interés económico es el área foliar, además se podría ver reflejado en el aumento de rendimientos de producción, como lo mencionan Kemelmajer y De Luca, (2009), quienes desarrollaron una investigación en lechuga criolla (*Lactuca sativa*) sembradas en dos fases lunares: creciente y menguante, encontrando diferencias estadísticas en el peso fresco y en los días a cosecha, pero no en el peso seco. Cuando se analizó el rendimiento total (kg/ha) los resultados muestran que no se encontró diferencias significativas entre tratamientos; sin embargo, se pudo observar en este trabajo, que la producción de yuca sembrada en fase de luna llena, tiene un mayor rendimiento comparado con las plantas sembradas en las otras fases lunares (Cuadro 1), rendimientos que se encuentran dentro del promedio esperado para esta variedad (Hinostroza *et al*., 2014).

Estos resultados difieren con aquellos obtenidos por González y Ortiz (2002), que encontraron un efecto significativo de las fases lunares sobre el rendimiento, reportando que la mejor producción de raíces de yuca la obtuvieron con el tratamiento de luna nueva, seguido por cuarto creciente. Sin embargo, Rosi (1997) citado por Olmedo (2009), menciona que no pueden fijarse reglas comunes en la que se establezca el momento que se debe llevar a cabo una labor determinada en los cultivos, debido a los distintos orígenes, enorme cantidad de especies y variedades dentro de cada cultivo.

El análisis de varianza para la variable rendimiento comercial (kg/ha), no mostró diferencias estadísticas entre las plantas sembradas en las diferentes fases lunares, no obstante se obtuvieron diferencias numéricas representativas (Cuadro 1), que pudieran sugerir débilmente algún nivel de influencia de las fases lunares sobre esta variable, como sostienen Carrillo y Criollo (2005).

Las fases lunares no mostraron diferencias significativas en la variable rendimiento de almidón en kg/ha (Cuadro 1). Al respecto hay que considerar lo dicho por Flores *et al*. (2012), quienes sostienen que son muchos factores que determinan el desarrollo de un cultivo y las fases lunares pueden ser importantes, pero no existe una fase específica donde se puedan obtener los mejores resultados en un cultivo, ya que existen otros factores como cantidad de luz, nutrición, disponibilidad de agua y clima, que pueden determinan el rendimiento.

Cuadro 1. Rendimiento total, comercial y almidón seco obtenido en las diferentes fases lunares.

Tratamientos	Total (kg/ha)	Comercial (kg/ha)	Almidón (kg/ha)	Tasa de conversión *
Luna llena	34 189	26 194	5 219	6.55:1
Cuarto menguante	29 641	23 825	4 023	7.37:1
Luna nueva	22 133	17 520	3 989	5.55:1
Cuarto creciente	26 044	19 044	4 501	5.79:1

*Tasa de conversión para la obtención de almidón procesado

El análisis económico determinó que los ingresos netos son mayores que los egresos, obteniéndose una rentabilidad de 1,64 dólares por cada dólar invertido, en la producción de yuca fresca, usando un precio referencial de 4 USD/qq, con un rendimiento promedio de 752 qq/ha; mientras que para almidón seco el precio fue 40 USD /qq y un rendimiento promedio de 115 qq/ha Con una tasa de conversión obtenida en este estudio de 6,55:1 con la variedad INIAP Portoviejo 651 (Cuadro 1).

CONCLUSIÓN

La siembra de yuca en Luna llena favorece la altura de planta, también influye en el rendimiento del cultivar aunque comparte rango estadístico con las otras variantes.

LITERATURA CITADA

Angles, J. 1996. Influencia de la Luna en la agricultura. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid- Barcelona-México

Alonso, J; Febles, G; Ruiz, T. y Gutiérrez, J. 2002. Efecto de la fase lunar en el establecimiento de piñón florido (*Gliricidia sepium*) como cerca viva. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 36(2):187-191

Aristizábal, J; y Sánchez, T. 2007. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación). Guía técnica para producción y

análisis de almidón de yuca. " ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1028s/a1028s.pdf

Balzarini, G., Gonzalez, L., Tablada, M., Casanoves, F., Di Rienzo, A. y Robledo, W. 2008. *Infostat. User's guide*, Córdoba, Argentina: Editorial Brujas.

Barogil, O., Espitia Hernández, L. D., Restrepo Hernández, M. T., y Rivera Cumbre, M. 2014. Saberes ancestrales en comunidades agrarias: La experiencia de Asopricor (Colombia). *Ambiente Y Desarrollo*, *18*(34), 125–140. http://doi.org/10.11144/Javeriana.AYD18-34.saec

Bellapart, C. 1988. Agricultura biológica en equilibrio con la agricultura química. Ed. Aedos. Barcelona. pp. 280

Cadavid, L. y López, L. 2015. Tecnología moderna para la producción de yuca. Fertilización del cultivo de yuca. Disponible en : http://www.clayuca.org/sitio/images/publicaciones/cartilla_modulo_1_produccion_yuca.pdf

Carrillo, D. y Criollo, M. 2005. "Efecto del ciclo lunar en el crecimiento y desarrollo de cinco variedades comerciales de fréjol común (*Phaseolus vulgari* L.) En Mira-Carchi, [Tesis - Carrera Ingeniería en Ciencias Agropecuarias (El Prado)]. http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5035/1/T-ESPE-IASA%20I-002947.pdf

Carrillo Alvarado, R., Jiménez Carrera, J., Ponce Ferrín, J., y Moreira García, P. 2014. Guía práctica para calcular costos de producción agrícola para pequeños y medianos productores. Portoviejo, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Portoviejo, Núcleo de Transferencia y Comunicación. Boletín Divulgativo no. 415. https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1188/1/iniap-Bolet%c3%adn%20Divulgativo%20No.%20415.pdf

Flores, L; Meléndez, F; Luna, G. y González, E. 2012. Influencia de las fases lunares sobre el rendimiento del maíz (*Zea mays* variedad NB6). Revista Ciencia e Interculturalidad, 10(1)

González, A. y Ortiz, V. 2002. Influencia de las fases lunares en el crecimiento y la producción de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), en la zona Atlántica de Costa Rica. (En línea). http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/pdf/99043.pdf

Gonzales, A. 2014. Diferencia en el crecimiento y desarrollo de *Raphanus sativus* (Brassicaceae) sembrado en cuatro fases lunares. Revista. CienciAgro BOL. 3(1): 39 – 50.

Gortaire, R. 2016. Agroecología en el Ecuador. Proceso histórico, logros, y desafíos. Antropología Cuadernos de Investigación, 17(2): 12-38

Hinostroza, F. Mendoza, M. Navarrete, M. Muñoz, X. 2014. Cultivo de yuca en el Ecuador. Boletín divulgativo N° 436. p 3.

Jaramillo, R.; Tigreros, J. y Restrepo, O. 2016. Identificación de las podas según las fases lunares en la producciòn de pipilongo (*Piper tuberculatum* Jacq) bajo condiciones de campo en la zona centro del valle del cauca (Colombia). Instituto Técnico Agrícola. http://www.gipag.org/archivos/infinalpipilongo.pdf

Kemelmajer, Y. y De Luca, L. 2009. El Saber Tradicional en la Agricultura Urbana: influencia de las Fases Lunares en la producción de especies hortícolas. Revista Brasileña de Agroecología. 4(2).

Lagarde, P. 2011. "Conoce el Efecto de la Luna sobre las Plantas". (En línea). Consultado, 06 de Mayo 2014. Formato HTML. Disponible en: http://fitoagronomia.blogspot.com/2011/09/conoce-el-efecto-de-la-lunasobre-las.html

Mera Andrade, R. I., Artieda Rojas, J., Muñoz Espinoza, M., y Romero Viamonte, K. 2017. Influencia lunar en cultivos, animales y ser humano. UNIANDES EPISTEME Vol. (4): 37-47

Molina, J. y López, Y. 2009. Fertilidad del suelo y calidad nutricional de estacas de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Col. Revista Unal. 2(1):55 75.

Olmedo, A. 2009. "Influencia de las fases lunares, (menguante y luna llena) sobre la propagación vegetativa del botón de oro *Tithonia diversifolia* para la formación de un banco de proteína". [Tesis Escuela Politécnica del Ejército -]. http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2600/8/T-ESPE-IASA%20I-004190.pdf

Paungger, J. y Popper, T. 1993. La influencia de la luna. Colección Fontana fantástica. Ediciones Martínez Roca S. A. Barcelona, España. https://books.google.com.do/books/about/La_influencia_de_la_luna.html?id=jT4SAAAACAAJ

Pezo, H. 2012. Influencia de las fases lunares en la producción agrícola, [Tesis - Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto Facultad de Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Agronomía]. http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/1145

8/3160/AGRONOMIA%20-%20Henry%20Pezo%20Araujo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Piamonte, R. 2006. "Calendario agrícola de apoyo a las prácticas biodinámicas". Ed: Terrahabilis http://terrahabilisbiodinamica.blogspot.com/2013_01_01_archive.html

Restrepo J. 2005. La Luna y su Influencia en la Agricultura, Colombia-Brasil-Mexico:Fundacion Juquira Candiru. Disponible en :https://www.academia.edu/34530420/La_luna_-_jairo_restrepo_rivera._PUES_ELLA_SABE_LOS_TIEMPOS

Torres, L. 2010. Caracterización morfológica de 37 accesiones de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) del banco de germoplasma del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). http://www.sidalc.net/repdoc/A5955e/A5955e.pdf

Valdivieso, F. 2017. "Recuperación de saberes y prácticas ancestrales de producción agrícola para la sostenibilidad integral de la comunidad Pichig, cantón Loja, provincia de Loja".

Zambrano, H. 2010. Caracterización de capitales disponibles, tipificación de productores y análisis de manejo técnico del cultivo de yuca (*Manihot esculenta*) para el desarrollo sostenible en cuatro localidades de Manabí. Tesis grado. Disponible en: http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4114

REVISTA ESPAMCIENCIA
para el agro

IMPORTANCIA DE LA PRODUCCIÓN DE LA CONCHA PRIETA (*Anadara tuberculosa*) EN LAS COSTAS ECUATORIANAS

THE IMPORTANCE OF THE PRODUCTION OF BLACK SHELL (*Anadara tuberculosa*) ON THE ECUADORIAN COAST

Eveligh Prado-Carpio[1], Moisés Enrique Martínez-Soto[2], Anne Morris Díaz[3], Cristhian Castro-Armijos[4], Patricio Renteria-Minuche[1], Julián Coronel-Reyes[4], Carlos Rodríguez Monroy[5]

[1]Universidad Técnica de Machala, Ecuador, CP 070102
[2]Universidad Simón Bolívar, Colombia, CP 4001
[3]Universidad del Zulia / INSTGECON, Venezuela, CP 4001
[4]Centro de especialización y capacitación agropecuaria CECAGROP, CP070102
[5]Universidad Politécnica de Madrid, España, CP 28006

Email: eprado@utmachala.edu.ec

Información del artículo

Tipo de artículo:
Artículo de revisión

Recibido:
27/03/2020

Aceptado:
17/06/2020

Licencia:
CC BY-NC-SA 4.0

Revista ESPAMCIENCIA
11(1):34-46

DOI:
https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v11i1.209

Resumen

La extracción de la concha prieta (*Anadara tuberculosa*) es una actividad productiva ancestral, que se realiza de manera espontánea e intuitiva y cuya importancia no ha sido suficientemente ponderada, destacada y reconocida en los diversos ámbitos gubernamentales, empresariales y académicos del Ecuador y de otros países que también la producen. Esta investigación tiene por objetivo indagar sobre los indicadores que determinan la importancia económica, social y ambiental a nivel global y nacional de la producción del molusco bivalvo concha prieta. A tal fin, se aplicó una metodología de investigación bibliográfica de fuentes primarias, secundarias y terciarias. Se obtuvo como resultado que su aporte al PIB ecuatoriano es de 15 millones de USD al año, si se incluye el valor que se agrega a la concha prieta a nivel de restaurante, picanterías y cevicherías, que genera unos 8000 puestos de trabajo de tiempo completo y parcial, la mayoría por cuenta propia. Contribuye a preservar más de 156 mil hectáreas de superficie de manglar existentes todavía en las costas ecuatorianas. Se concluye que la producción de la concha prieta registra una relevancia significativa en términos económicos, sociales y ambientales, con un gran potencial para insertarse de manera formal en el circuito exportador ecuatoriano, de mejorar los niveles de ingresos y calidad de vida de los concheros y de contribuir al manejo sostenible del ecosistema manglar. Se recomienda profundizar en el estudio de las variables económicas, sociales y ambientales que tienen mayor incidencia sobre sus niveles de sostenibilidad y competitividad.

Palabras clave: Importancia económica, importancia social, importancia ambiental, molusco bivalvo

Abstract

The collection of black shells (*Anadara tuberculosa*) is an ancestral productive activity, which is carried out spontaneously and intuitively and whose importance has not been sufficiently considered, highlighted and recognized in the various governmental, business and academic spheres in Ecuador and other countries. The objective of this research is to find the indicators that determine the economic, social and environmental importance of the production of this bivalve mollusc, at a global and national level. To this end, a methodology of bibliographical research of primary, secondary and tertiary sources was applied. The contribution of black shell collection to Ecuador's GDP is US$ 15 million per year, if one includes the value added to the concha prieta at the restaurant level, which generates some 8,000 full-time and part-time jobs, mostly self-employment. It contributes to the preservation of more than 156,000 hectares of mangrove area still existing on the Ecuadorian coast. It is concluded that the production of black shells is of significant relevance in economic, social and environmental terms, with a great potential to be formally inserted in the Ecuadorian export circuit, to improve the levels of income and quality of life of the concheros (shell collectors) and to contribute to the sustainable management of the mangrove ecosystem. It is recommended to deepen the study of the economic, social and environmental variables that have greater impact on their levels of sustainability and competitiveness.

Keywords: Economic importance, social importance, environmental importance, bivalve mollusk.

INTRODUCCIÓN

La alimentación y la agricultura son fundamentales para la consecución de todos los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), y en especial el número 14, que hace énfasis en conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible (FAO, 2018) y la alimentación de la población.

Según Mora *et al.* (2010), la concha prieta cuyo nombre científico es (*Anadara tuberculosa*) (Sowerby, 1833) (Arcidae) es un recurso marino del Ecuador, la misma es un molusco bivalvo que se produce naturalmente en los manglares de la Costa ecuatoriana y de otros países de la costa del Pacífico americano, desde el sur de México hasta el norte del Perú (Silva-Benavides y Bonilla, 2014).

La extracción de este bivalvo es una actividad productiva de la cual dependen, para obtener su sustento, diario miles de familias en las costas del Ecuador y del Pacífico ecuatorial americano (Prado-Carpio *et al*., 2018a).

Sin embargo, existen múltiples problemas y amenazas, que han sido estudiados desde el punto de vista biológico-ecológico (Borda y Cruz, 2004; Diringer *et al*, 2019; Zavala-Arellano, 2019; González-Banchón y Solano-Vera, 2019; Murillo-Rivas, 2018 y Panta-Vélez *et al*, 2020), desde el punto de vista social (Caicedo, 2014; Beitl, 2010; Dazzini-Langdon, 2020; Mendoza-Portillo, *et al*, 2020 y Calispa-Quinto, 2018) o desde el punto de vista económico (Cabanilla 2007 y 2010; Tapia-Santos, 2020; Dioses-Huayna, 2019; Ortiz-Bolaños, 2019). Pero, son pocos los estudios realizados con un enfoque que integren lo ambiental, lo social y lo económico, es decir un enfoque de producción sostenible.

La concha prieta es un recurso económico (Lucero *et al*., 2012) que puede alcanzar una posición significativa en el modelo productivo y de exportación ecuatoriano (Rendón-Yllescas *et al.,* 2009), al tiempo de servir de medio de vida para 3000 familias (MAGAP, 2014).

La producción de la *Anadara tuberculosa* es una actividad productiva ancestral (Prado-Carpio *et al.,* 2018b; Pacheco-Navarro, 2017; Arias-Morán y Molina*,* 2017; Antón y Fierro, 2019 y Morocho *et al.,* 2019), que se realiza de manera espontánea e intuitiva, cuya importancia no ha sido suficientemente ponderada, destacada y reconocida en diversos ámbitos gubernamentales, sociales y académicos del Ecuador y de otros países que también la producen.

Por tanto, esta investigación tiene por objetivo indagar sobre los indicadores que evidencian la importancia económica, social y ambiental de la producción de la concha prieta (*Anadara tuberculosa*) a nivel global y en el Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología aplicada fue la de la investigación bibliográfica de fuentes primarias, secundarias y terciaras (Cortes-Osorio, 2020; Molar-Orozco, 2020; Campos-Ocampo, 2017).

Según Gómez-Luna *et al.* (2014) la metodología propuesta para la revisión bibliográfica puede ser aplicada a cualquier tema de investigación para determinar la relevancia e importancia del mismo y asegurar la originalidad de una investigación. Además, permite que otros investigadores consulten las fuentes bibliográficas citadas, pudiendo entender y quizá continuar el trabajo realizado. La metodología propuesta se compone de cuatro fases: definición del problema, búsqueda de la información, organización de la información y análisis de la información.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado, se presentan y analizan los resultados de la información relativa a la importancia de la producción de la concha prieta (*Anadara tuberculosa*), lo cual se pone de manifiesto a través de variables e indicadores de tipo económico, social y ambiental (Figura 1)

Figura 1. Esquema de variables e indicadores para el análisis de la importancia de la concha prieta en el Ecuador.

En la figura 1 se observa como la importancia de la concha prieta se encuentra en el centro de una dinámica productiva caracterizada por variables e indicadores de tipo económico, ambiental y social, los cuales se presentan y analizan a continuación.

Importancia económica de la producción de los moluscos bivalvos y de la concha prieta.

Según FAO (2018), los moluscos bivalvos representaron un 6 % del comercio mundial de los pescados y productos pesqueros en el año 2016, luego de los pescados y los crustáceos. Las especies de bivalvos más comercializadas son los mejillones, las almejas, los peines y las ostras, siendo el arca del Pacífico Occidental cuyo nombre

científico es *Anadara granosa*, la única del mismo género que la concha prieta, que evidencia jerarquía en el comercio internacional de moluscos bivalvos con un 3 % del total (FAO, 2018), ubicándose entre las 10 especies de bivalvos más comercializadas internacionalmente.

La gran mayoría de estos bivalvos de importancia en el comercio internacional son cultivados (Cáceres-Martínez y Vásquez-Yeomans, 2014), es decir, no se producen como resultado de la captura de especímenes de poblaciones naturales como es el caso de la concha prieta en Ecuador (Mora y Moreno, 2009) y otros países del Pacífico Oriental, sino a través de diversos sistemas de producción acuícolas. En este sentido, para el año 2016, la producción mundial de moluscos producidos en acuicultura, alanzó la cifra de 17 139 millones de TM de peso vivo, un 21,41 % de la producción acuícola mundial que fue de 80 131 millones de TM de peso vivo (FAO, 2018).

China es con ventaja el mayor exportador de bivalvos (Wijsman *et al.,* 2019), pues en 2016 sus exportaciones fueron tres veces superiores a las de Chile, el segundo mayor exportador. China también posee un consumo nacional importante, aunque la Unión Europea es el mayor mercado importador de bivalvos (FAO, 2018).

El consumo de bivalvos se promueve ampliamente por ser considerados productos alimentarios saludables y sostenibles, por tanto, su demanda ha ido aumentando en los últimos años (Lee *et al.,* 2010; Cañas-García y Sierra, 2019).

Los moluscos bivalvos son animales filtradores (Pintó-Solé *et al.*, 2011; Ordinola *et al.*, 2019; Tripaldi, *et al.*, 2016; Rivas-Mejía, 2018) y requieren un mínimo de manejo y cuidado, no necesitando más alimento que las algas presentes en su hábitat natural (Farías, 2008).

Su extracción se ha realizado durante muchos siglos, pero ahora, los avances tecnológicos en el campo de la acuicultura han permitido incrementar los niveles de producción significativamente, lo cual contribuye a satisfacer la demanda creciente (IAES, S/F).

Según Helm *et al.* (2006) esta situación se evidencia en la evolución de la producción mundial de este rubro, que a finales del siglo XX alcanzó la cifra de 14,2 millones de TM, de los cuales aproximadamente 4,0 millones de TM se originaban en la captura de poblaciones naturales, por tanto, la producción acuícola era mayor a los 10 millones de TM (Figura 2).

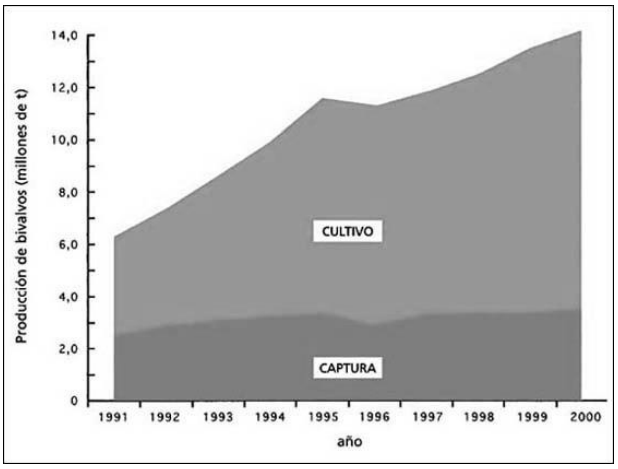


Figura 2. Producción global de bivalvos procedentes de la pesca y de la acuicultura durante el decenio 1991-2000.

Fuente: Helm *et al.* (2006)

Según la FAO (2016), en Europa se produjeron 632 000 toneladas de bivalvos y sus principales productores fueron España (223 000 toneladas), Francia (155 000 toneladas) e Italia (111 000 toneladas) en el año 2014. La producción de bivalvos en China ese mismo año fue de unos 12 millones de toneladas, cinco veces mayor que la del resto del mundo. Otros importantes productores asiáticos de bivalvos son, por ejemplo, el Japón (377 000 toneladas), la República de Corea (347 000 toneladas) y Tailandia (210 000 toneladas).

La Unión Europea es uno de los principales mercados de bivalvos y capta más de un tercio del comercio total, pero solo 13 países no comunitarios están autorizados a enviar bivalvos vivos al mercado de esta, lo que deja en evidencia el estricto control sanitario de este tipo de productos pesqueros (Ipac, 2017).

Según el Observatorio de la Complejidad Económica (2018), los principales importadores a nivel mundial son España ($1,67 Miles de millones), Japón ($1,35 Miles de millones), Italia ($1,28 Miles de millones), Hong Kong ($1,1 Miles de millones) y los Estados Unidos ($971 Millones).

En América Latina, la producción de moluscos bivalvos alcanzó aproximadamente 128 500 toneladas lo que representa el 1,07% del total mundial de la producción acuícola. Es decir, su participación es prácticamente nula en el comercio internacional de los moluscos bivalvos, por tanto, su importancia se circunscribe al consumo local o intraregional (Lovatelli *et al*., 2008).

Chile es el mayor productor y exportador en la región seguido por Brasil y Perú, siendo las principales especies producidas el mejillón chileno y la concha de abanico. En los recientes años, las exportaciones totales de bivalvos de América Latina y el Caribe fueron 18 500 toneladas (Luchini y Panné-Huidobro, 2008).

Según la Ipac (2017), citando un informe de la Globefish sobre el mercado de bivalvos en el mundo se confirma que a pesar de las importantes cifras de producción, un escaso volumen que se dirige al comercio internacional, algo menos del 5%, esto se debe a su naturaleza de altamente perecederos, y la peligrosidad potencial para la salud humana cuando no se manejan adecuadamente. Y es por ello que la mayor parte de los bivalvos se consumen en los propios países de producción.

Los datos antes presentados permiten inferir la reducida participación de los moluscos bivalvos en el comercio internacional de productos marinos y acuícolas, pero al mismo tiempo su significativa participación en el abastecimiento de mercados nacionales y locales, así como el crecimiento de la producción con técnicas acuícolas.

En el caso de la "concha prieta" o *Anadara tuberculosa*, su importancia económica se circunscribe geográficamente al Pacifico americano, desde el sur de México, hasta el norte del Perú (Mendoza y Alvitres, 2013), zona en la cual se produce casi totalmente de manera natural.

Su captura en los manglares de la zona marino costera, representando una actividad económica doméstica y de subsistencia para las comunidades de pescadores, quienes encuentran en la extracción, comercialización y preparación de la concha prieta, una fuente de ingresos de carácter local (Lazarich- Gener, 2009).

Además, en el caso particular de Colombia, Ecuador y Perú, se ha desarrollado un comercio internacional de concha prieta (Azabache, 2016 y Espinosa *et al.,* 2010), de carácter informal, del cual no se han encontrado registros estadísticos que cuantifiquen este comercio entre estos países (Mendoza, 2015).

Comparado con otros rubros económicos, no es práctico o viable llevar dichos registros, porque probablemente este tipo de comercio no cumple con las normativas sanitarias y tributarias vigentes en los países indicados o porque no existen normativas específicas que regulen esta actividad comercial.

Sin embargo, según el MAGAP (2014), alrededor del 85% de estas capturas de *Anadara tuberculosa* que se realizan en Colombia se destina al mercado ecuatoriano. Asimismo, Ordinola *et al. (*2019), describe que para abastecer la demanda de *Anadara tuberculosa* en Perú, se ha llegado a importar conchas de Ecuador y Colombia.

De lo anteriormente planteado se infiere que este comercio de la concha prieta fluye de un país a otro de manera recíproca y alternativa, con base en la dinámica económica de carácter fronterizo, influenciada por la tasa de cambio, por la oferta y demanda interna de la concha prieta y por las características propias de la economía de cada uno de estos países.

En el caso del Ecuador, si se toma máximo de producción registrado de 34,4 millones de conchas en un año (Rendón-Yllescas *et al.,* 2009) y si se realiza un cálculo con base en 10 USD el ciento de conchas a nivel de los pescadores o concheros (Cabanilla, 2010; Fundación de Defensa Ecológica, 2009) o de 17 a 20 USD a nivel de comerciantes detallistas (Cabanilla, 2010; Prado-Carpio *et al*., 2018b y Valencia-Caicedo, 2013).

Se puede estimar que el aporte al PIB ecuatoriano de la concha prieta se encuentra, entre 3,4 y 6,8 millones de USD. Esta cifra se pudiera incrementar a 10 a 15 millones de USD al año, si se incluye el valor que se agrega a la concha prieta a nivel de restaurantes, picanterías y cevicherías (Prado-Carpio *et al*., 2018b).

Por tanto, aunque su importancia económica actual es relativamente reducida si es comparada, por ejemplo, con los sectores: camaronero o bananero ecuatoriano, no es menos interesante que la concha prieta presenta un interesante potencial de crecimiento a futuro, con base en el propio consumo nacional y en el comercio internacional (Cabanilla, 2007).

Con países vecinos (Colombia y Perú) e inclusive, hacia localidades en el extranjero, como España, en las cuales las colonias de emigrantes ecuatorianos son numerosas y podrían convertirse en un mercado objetivo (Rendón-Yllescas *et al*., 2009); así como una posibilidad cierta de alcanzar un abastecimiento nacional, reducir las importaciones y agregar un nuevo rubro a la matriz de exportaciones del modelo económico ecuatoriano, contribuyendo a mejorar su balanza comercial.

Importancia social de la producción de la concha prieta

A nivel global, según la FAO (2018), aproximadamente 59,6 millones de personas trabajaron (a tiempo completo, tiempo parcial u ocasionalmente) en el sector primario de la pesca de captura y la acuicultura en 2016, de los cuales 19,3 millones lo hicieron en la acuicultura y 40,3 millones en la pesca de captura. Se calcula que alrededor del 14% de estos trabajadores eran mujeres. En 2016, el 85% de la población mundial empleada en los sectores de la pesca y

la acuicultura se encontraba en Asia, seguida de África (10%) y América Latina y el Caribe (4%).

En el Ecuador, para el caso de la cadena de producción del agronegocio de la concha prieta, según cifras del Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2017) se estima que unas 3000 personas trabajan como concheros a los cuales hay que sumar unas 500 personas adicionales que laboran como lancheros-transportistas de los concheros, comerciantes, contadores de concha, transportistas de concha y otras labores relacionadas.

A esta cifra de trabajadores debe agregarse la de los cientos de trabajadores de cevicherías, picanterías y restaurantes que sirven concha prieta en cada una de las ciudades y poblaciones de la Costa ecuatoriana, y en todo el país en general. Los cuales, si bien es cierto tienen una oferta de variada de platos a sus comensales, agregan la concha prieta como parte de la mixtura alimenticia de los platos que ofrecen y en otros casos, se sirve también la concha prieta como principal materia prima o ingrediente de los platos preparados, a través de ceviche de concha, arroz con concha, las conchas asadas y otros que forman parte de la gastronomía ecuatoriana (Benalcázar-Benavides, 2015).

Es decir, que se podría estimar en unos 8 mil puestos de trabajo, los que, a tiempo completo o tiempo parcial, en mayor o menor grado, están relacionados con el agronegocio de la concha prieta en el Ecuador (Prado-Carpio *et al.,* 2018b). La gran mayoría de estos puestos de trabajo con remuneración precaria que no llega al salario mínimo mensual o son desarrollados por emprendedores, micros y pequeños empresarios, así como trabajadores por cuenta propia (Valencia-Caicedo, 2013).

Si bien, el tamaño de la economía de la concha prieta es relativamente pequeño si se compara con el sector camaronero, el cual según Camposano (2020) en el año 2019 se estimó que exportó 1400 millones de libras equivalentes a 3600 millones de dólares (USD).

Se hace necesario destacar que, a nivel microeconómico local, la actividad socioeconómica de la concha prieta tiene gran relevancia para la sustentación de pequeñas comunidades costeras de pescadores (Muñoz-Suarez, 2018; Alemán-Mejía *et al.,* 2019), a lo largo de su costa pacífica, y principalmente en las provincias de Esmeraldas, Guayas, Manabí y de El Oro (Rendón-Yllescas *et al.,* 2009), en las cuales son extraídas (conchadas).

La misma es fuente de puestos de trabajo, ingresos monetarios estables a las familias, alimentos para autoconsumo (Gómez, 2011), así como generadora de gran riqueza cultural, artística y culinaria de la población ecuatoriana, principalmente, la que habita en la costa pacífica, la cual es la mayoría (Alcívar-Bravo y Peñafiel-Rivera, 2018).

Un elemento a resaltar en la importancia social de la concha prieta, consiste en su valor nutricional (Cruz *et al.* 2012), por lo tanto, se puede señalar que los principales beneficiaros de su producción son los consumidores de los centros urbanos y rurales, que tienen su preferencia alimenticia por la concha prieta, ya sea fresca o procesada, sola o acompañada, en virtud de su sabor singular y sus excelentes características nutricionales, culinarias y afrodisiacas (Cabanilla, 2010) estas últimas atribuidas de manera popular.

Los manglares y la pesquería de la concha prieta asociada a estos, tienen un valor fundamental en la dinámica social de las poblaciones locales, las cuales han obtenido de ellos su fuente de seguridad alimentaria y de sustento familiar (Guerrero, 2017).

Asimismo, el manglar y la concha prieta se han convertido en un referente social y cultural de las comunidades locales, alrededor de los cuales han articulado desde tiempos ancestrales su vida, su sentido de pertenencia y su identidad (Pincay-Pérez, 2012).

La extracción de la concha prieta genera beneficios para miles de familias recolectoras como su única fuente de ingresos económicos (Carchi *et al.,* 2019), así como también a comerciantes, transportistas, cientos de cevicherías, picanterías, marisquerías y restaurantes que venden el producto en estado fresco y procesado (Cabanilla, 2010), en los famosos platos típicos como los ceviches, arroz con concha, arroz marinero, conchas asadas, el meloso de concha, concha en coco y otros que son apetecidos por turistas locales, nacionales y extranjeros (Maldonado, 2018).

Cabe señalar que la producción de concha prieta podría incrementarse al doble, pues tiene potencial de desarrollo con base en un manejo mejorado, técnicas de acuicultura de baja escala y bajo impacto ambiental, para así obtener los beneficios sociales, derivados de tal actividad (FAO, 2018).

Según Orquera (1999), la pesquería de los moluscos bivalvos y en general y por ende de la concha prieta, presenta múltiples ventajas y características que motivan a quienes participan en ella, principalmente a los concheros, a desarrollar esta actividad socioeconómica, entre las cuales destacan las siguientes:

- Fácil y segura ubicación: Ofrece poca o ninguna movilidad, por lo que hallar de nuevo sus localizaciones luego del reconocimiento inicial, es muy fácil y predecible (Moreno-Cáceres, 2014).

- Producción relativamente constante: No presentan variaciones estacionales marcadas a nivel reproductivo ya que la gametogénesis es constante en estas especies, así como la cantidad de huevos viables desovados (FAO, 2007).

- Baja inversión y bajos riesgos de fracaso en su extracción: Su extracción manual plantea pocos riesgos debido a que requiere poco gasto de energía, no exige medios tecnológicos elaborados ni fuerza o adiestramiento especiales, además puede ser realizada por cualquier miembro de la familia incluido niños y ancianos y lo principal es que no requiere una inversión económica importante para realizar esta actividad (Orquera, 1999).

Es decir, la pesquería de la concha prieta es una actividad relativamente fácil de realizar, que genera ingresos constantes, con una baja inversión.

Otro factor que estimula su extracción es una demanda constante y creciente de la concha prieta como alimento en las cocinas de los hogares, cevicherías, picanterías y restaurantes del Ecuador y países vecinos, lo cual la hace llamativa a las poblaciones costeras de pescadores de bajos de recursos, he aquí la importancia social de la misma.

Sin embargo, esta actividad presenta desventajas entre la cuales destacan:

- Lento crecimiento o reposición del producto, con relación a la velocidad de la demanda existente: el tamaño de la concha depende de la velocidad de crecimiento (*A. tuberculosa* presenta un mayor crecimiento hasta los 0,9 años de edad alcanzando 39,5 mm LT y después de 1,1 años de edad con 44,7 mm LT su crecimiento es lento) Lucero *et al.* (2012); además está influenciado por condiciones ambientales (cantidad y disponibilidad del alimento; temperatura y salinidad del agua; densidad de población; ubicación en la zona interna real o por debajo de ella, etc.).

- Poca disponibilidad del recurso: por la alta presión predatoria principalmente de origen antrópico (Mora *et al.* 2010) producido por visitas frecuentes a los bancos donde crecen las conchas, por parte de más gente o recolecciones más intensivas, por lo que las conchas tendrían menos oportunidades de alcanzar su máximo desarrollo.

- Riegos laborales inherentes a su extracción (Prado-Carpio *et al.,* 2018b).

Estas desventajas podrían ser subsanadas a través de innovaciones y mejoras organizacionales, tecnológicas y ambientales, que se produzcan como resultado de procesos de investigación y desarrollo coordinados entre las universidades, las organizaciones de concheros y pescadores, el gobierno y la empresa privada, así como todos los interesados (Prado-Carpio *et al.,* 2019)

Sin embargo, a pesar de todos los elementos antes destacados sobre la importancia de los aspectos sociales relacionados con la concha prieta, se debe señalar que, los concheros y otros participantes en la cadena de producción de la concha prieta, han experimentado una reducción de sus niveles de calidad de vida, cuyas familias según el BID (2017) tienen un ingreso de US$ 4000/año/familia, muy por debajo de la canasta básica familiar en el Ecuador y además, altos niveles de pobreza que alcanzan en promedio un 83,5% por necesidades básicas insatisfechas (NBI).

Por otra parte, la actividad conchera presenta una gran problemática social subyacente, entre la cuales, según Beitl (2010), destacan: los conflictos entre los concheros y los camaroneros, entre los concheros asociados que cuentan con permisos para extraerla y otros concheros no asociados y no autorizados para extraer las conchas, así como también la inseguridad y la piratería.

Importancia ambiental de la producción de la concha prieta

La importancia ambiental de la concha prieta está estrechamente relacionada relacionada con la preservación y manejo del ecosistema (manglar), en tal virtud es necesario un ecosistema virtuoso, óptimo para que este molusco cumpla con éxito sus procesos biológicos.

Ahora bien, según Rodríguez *et al.* (2016), el ecosistema manglar en general crean múltiples beneficios que resaltan su importancia. A efectos de esta investigación se destacan los siguientes:

- Capturan y almacenan carbono atmosférico, produciendo el llamado carbono azul, el cual tiene incidencia global favorable para reducir el efecto invernadero y el calentamiento global (Mcleod *et al.,* 2011)

- Conservan la biodiversidad, a través de servir de hábitat permanente o temporal para especies importantes, ya sea por ser endémicas, raras, amenazadas o en peligro de extinción (Félix-Pico *et al.,* 2011)

- Mantienen las pesquerías locales, a través de la protección del hábitat de especies comerciales capturadas in-situ, tal es el caso de la de la concha prieta (Menéndez-Carrera y Guzmán, 2013).

- Mantienen las pesquerías costeras o de altura, a través de servir de refugio a especies comerciales durante sus etapas juveniles (León *et al.,* 2001)

- Proveen recursos no pesqueros, como madera para la construcción, carbón, leña, tanino y productos no maderables. Propiedades medicinales y uso apícola (Domínguez-Domínguez y Martínez-Zurimendi, 2019).

- Constituyen una franja de bosque protectora de las costas con función ecológica, económica y estratégico militar (PNUMA, 2015)

- Mantienen el equilibrio en la zona costera al impedir el avance de la intrusión salina (Bez-Collazo *et al*., 2019).

- Contienen la erosión costera por ser formadores de suelos (León *et al.,* 2001).

- Reducen el riesgo de daños que puedan causar a la población, infraestructura productiva y cultivos agrícolas, eventos naturales como marejadas, tormentas tropicales y huracanes (CNA-SMN, 2005).

- Constituyen sitios de valores escénicos con importancia para el turismo ecológico (Arteaga-Cisnero *et al.,* 2017).

- Evitan, al formar una red con las extensas ramificaciones de sus raíces, que la enorme carga de sedimento de los ríos llegue a mar abierto precipitadamente. Sin este filtro los fondos de algas marinas y los arrecifes se asfixian (Rodríguez *et al.*, 2016).

- Proveen de sustancias nutritivas a muchas formas de vida no pueden encontrar alimento suficiente en los bancos de coral y en los fondos de algas marinas. Sin el abastecimiento de substancias orgánicas la abundancia de especies seguiría disminuyendo (Sanjurjo-Rivera y Welsh-Casas, 2005).

- Representan el hábitat en el cual alrededor de la mitad de todas las especies de peces se reproducen. Sin estas reservas, las colonias de peces disminuyen drásticamente. Aquí, junto a su valor ecológico, se hace patente también su valor económico (Hernández *et al.,* 2019).

No obstante, las importantes funciones que tiene el ecosistema manglar, en Ecuador en los últimos 40 años se ha perdido más del 70% de las hectáreas (has) de manglar (Figura 3) debido al crecimiento urbano, al desarrollo de infraestructura turística y a la acuicultura (camaroneras). Sin embargo, se estima que aún existen más de 156 mil ha de manglar (BID, 2017).

Por lo tanto, una de las principales opciones históricas y de tipo técnico para la preservación y manejo del manglar lo representa la producción de la concha prieta, en conjunto con el cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) y otras especies del manglar, las cuales permiten su aprovechamiento económico y social con un mínimo impacto ambiental, si se realizan adecuadamente las labores productivas (Carchi *et al.,* 2019).

Figura 3 . Piscinas de camarones y área de manglar en Archipiélago de Jambelí
Fuente: Google Maps. 2020

En concordancia a lo establecido en la Ley Forestal del Ecuador, señala que los bosques de manglar son bienes nacionales y forman parte del Patrimonio Forestal del Estado, que solo pueden ser explotados mediante acuerdos de concesión comunitaria, pues el gobierno de Ecuador ha otorgado 40 concesiones a las comunidades tradicionales para su conservación (Márquez-Bustamante, 2014).

La economía de estas comunidades depende de la extracción/recolección de recursos marinos como el cangrejo rojo y la concha prieta.

El uso y aprovechamiento de recursos naturales que realizan las asociaciones de recolectores de los recursos del manglar es regulada por el Estado, a través de la Subsecretaría de Gestión Marino Costera (SGMC), con el objetivo de detener la deforestación en el país y promover la conservación de bosques y ecosistemas naturales, en los que se incluye a los manglares (Zambrano y Estupiñán, 2019).

Además, el gobierno creó el Programa Nacional de Incentivos a la Conservación y Uso Sostenible del Patrimonio Natural "Socio Bosque", como parte de este programa, desde el 2014, opera el Capítulo Socio Manglar (SM), el cual es pionero en América Latina y el Caribe (ALC) en incentivar económicamente a las comunidades para la conservación de los manglares (MAE, 2013).

Este modelo de concesiones ha logrado dar seguridad y certeza en el uso exclusivo del recurso y a promover una mejora en la productividad de algunas comunidades, no así, en generar emprendimientos exitosos (INABIO, 2019)

He aquí la importancia ambiental del desarrollo de un nuevo modelo de agronegocios para la producción de la concha prieta, lo cual redundará en la conservación del manglar, la producción, procesamiento y comercialización sostenible de la concha prieta y la mejora de las condiciones de vida de los concheros (Prado-Carpio *et al,* 2018), tal como ocurre con la producción de moluscos bivalvos en otras regiones del planeta.

CONCLUSIONES

- La producción de la concha prieta registra una relevancia significativa en términos económicos, sociales y ambientales para la producción ecuatoriana.

- En lo económico: su producción tiende a satisfacer el déficit del producto en el mercado ecuatoriano, reduciendo la salida de capitales al extranjero y contribuyendo así a la nivelación de la balanza comercial. Igualmente, su producción podría ser objeto de exportación en condiciones de óptima calidad y cumpliendo con todos los protocolos internacionales.

- En lo social: representa una significativa fuente de alimentación para las poblaciones vulnerables que habitan cerca de las costas aledañas a los manglares ecuatorianos.

- En lo ambiental: representa una actividad social y económica que se ha desarrollado históricamente en armonía y preservando el ecosistema del manglar, el cual se ha visto amenazado en su permanencia, por el desarrollo de diferentes actividades económicas y sociales, mismas que han incidido en la eliminación en grandes superficies del ecosistema manglar de la Costa ecuatoriana y el deterioro de sus condiciones naturales.

LITERATURA CITADA

Alcívar-Bravo, A. y Peñafiel-Rivera, T. 2018. Análisis Gastronómico de la concha prieta (Anadara Tuberculosa) y sus usos en la ciudad de Machala, sector Puerto Bolívar. Disponible en: http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/35649. Recuperado el 04.04.2020.

Alemán-Mejía, S.; Ordinola Zapata, E. y Montero, P. 2019. Concha negra Anadara tuberculosa (Sowerby, 1833) y concha huequera Anadara similis (C. B. Adams, 1852) en los manglares de Tumbes. Inf Inst Mar Perú 46(2):279-292.

Antón. B, Fierro. N. 2019. Pescadores Artesanales "Viquingos del mar". Primer Congreso Manglares de América. Universidad Espíritu Santo. Samborondón-Ecuador. Visible en: https://manglaresdeamerica.com/index.php/ec/article/view/53/100. Recuperado el 21.05.2020.

Arias-Moran, A. E. y Castro Molina, K. V. 2017. Determinación de la influencia de los factores ambientales en el crecimiento y supervivencia de la concha prieta Anadara Tuberculosa. Trabajo final para la obtención del título: Ingeniero Oceánico Ambiental Espol FIMCBOR, Guayaquil. 106. Visible en: https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/45353. Recuperado el: 21.05.2020.

Arteaga-Cisnero, J. P., Navarrete Pilacúa, M. A. Zambrano Camacho, N. R. 2017. La gestión del turismo ecológico y su impacto en la reserva ecológica Manglares Churute. Dominio de las Ciencias. 3(3):846-864.

Azabache Cobeña, J. 2016. "Cadena Productiva de *(Anadara tuberculosa)* (SOWERBY 1833) Extraida En El Santuario." http://www.met.igp.gob.pe/publicaciones/2016/10Tesis_Jose_Azabache.pdf. Recuperado el 21.0.2019.

BID (Banco Interamericano de Desarrollo). 2017. Competitividad de las comunidades concesionarias de manglares en el golfo de Guayaquil. Documento del Banco Interamericano de Desarrollo fondo multilateral de inversiones. 21 p.

Beitl, C. M. 2010. Situación Socio-Ecológica de la concha prieta (Anadara tuberculosa) y A. similis) en Ecuador y Recomendaciones. Informe Final Sobre los Resultados Preliminares de la Tesis Doctoral en Universidad de Georgia y Recomendaciones (Preinforme No. 1). Universidad de Georgia, Guayaquil-Ecuador. Visible en: https://www.academia.edu/5621453/Situaci%C3%B3n_Socio-Ecol%C3%B3gica_de_la_Concha_Prieta_Anadara_tuberculosa_y_A._similis_en_Ecuador_y_Recomendaciones._Informe_Final_Sobre_los_Resultados_Preliminares_de_la_Tesis_Doctoral_en_Universidad_de_Georgia_y_Recomendaciones. Recuperado el 07.04.2020.

Benalcázar-Benavides, J. J. 2015. Estudio investigativo de la concha y su aplicación en la gastronomía. Universidad Tecnológica Equinoccial. Facultad de Turismo, Hotelería y Gastronomía. Carrera de Gastronomía. Tesis previa a la obtención del título de administrador gastronómico. 149 p. Visible en: http://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/handle/123456789/16117. Recuperado el 04.04.2020.

Bez-Collazo, J; Rodríguez, L; González, A. 2019. Estudio exploratorio del agroecosistema costero de la cooperativa sabino pupo aledañas a Boca de Sama en Banes. Visible en: https://www.eumed.net/rev/oel/2019/10/agroecosistema-costero-cooperativa.html. Recuperado el 06.04.2020.

Borda C.A. y Cruz R. 2004. Reproducción y reclutamiento del molusco (*Anadara tuberculosa*) (Sowerby, 1833) en el pacífico colombiano. Rev. Invest. Mar. 25(3):185-195.

Cabanilla-Carpio, C. L. 2007. "Plan de Manejo de la Pesquería de concha prieta *(Anadara tuberculosa)* en la localidad de Puerto Hualtaco, Provincia de El Oro, Ecuador." Tesis de Maestría. Universidad Agraria del Ecuador. pg. 8.

Cabanilla, C. 2010. Comercialización de la concha prieta (*Anadara tuberculosa*) y A. símilis) en los principales puertos de la costa ecuatoriana. Visible en: https://www.oceandocs.org/handle/1834/4796. Recuperado el 04.04.2020.

Cáceres-Martínez, J. y Vásquez-Yeomans, R. 2014. Manual de Buenas Prácticas de Manejo para el Cultivo de Moluscos Bivalvos. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA) y Programa Regional de Apoyo a la Ejecución de la Política de la Pesca y la Acuicultura (PRAEPPESCA). 160 p.

Caicedo, J.L. 2014. Efectos sociales, económicos y ambientales en el proceso de extracción y comercialización del recurso *(Anadara tuberculosa)* (Sowerby 1833) en el cantón San Lorenzo, provincia de Esmeraldas. Visible en: http://dspace.utpl.edu.ec/handle/20.500.11962/21825. Recuperado el 07.04.2020.

Calispa-Quinto, A. 2018. Cría en cautiverio de concha prieta (Anadara tuberculosa – Anadara similis) en el estuario del río Portoviejo y el estuario del río Chone para fortalecer los medios de vida tradicionales comunitarios, en los cantones Portoviejo, Sucre y San Vicente. Fundación FIDES. 26 p.

Camposano, J. A. 2020. El camarón alcanzó cifra récord en el 2019 en el Ecuador. Visible en: https://www.elcomercio.com/actualidad/camaron-record-ecuador-exportacion-economia.html. Recuperado el 04.04.2020.

Campos-Ocampo, M. 2017. Métodos de investigación académica. Fundamentos de investigación bibliográfica. 84 p.

Cañas-García, F. A. y Sierra O. S. 2019. Análisis bromatológico proximal en Anadara tuberculosa (Concha peluda) de la Bahía de Jiquilisco Departamento de Usulutan El Salvador. Bachelor thesis, Universidad de El Salvador. Visible en: http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/20324/. Recuperado el 22.05.2020.

Carchi¸ X; Gaibor, N; Moreno, J; Alemán, C. y Ramírez, L. 2019. Los acuerdos de uso sostenible y custodia de manglar y su impacto en el recurso concha prieta (Anadara tuberculosa) en la provincia de Esmeraldas. Visible en: http://www.manglaresdeamerica.com/index.php/ec/article/view/30/58. Recuperado el 05.04.2020.

CNA-SMN (Comisión Nacional del Agua - Servicio Meteorológico Nacional). 2005. Resumen del Huracán "Wilma" del océano atlántico. Servicio Meteorológico Nacional. Obtenido de http://smn.cna.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Ciclones/2005-Wilma.pdf. Recuperado el 06.06.2020.

Cortes-Osorio¸ J. A. 2020. Una Revisión General de los Artículos de Revisión. Scientia et Technica Año XXV. 25(1): 2344-7214.

Cruz, R. A., Fonseca, C., and Chavarría-Solera, F. 2012. Comparación de La Composición Química Proximal de La Carne de *(Anadara tuberculosa)* y A. Similis (Bivalvia: Arcidae) de Chomes, Puntarenas. Rev. Mar. Cost. 4(1): 95–103.

Dazzini-Langdon, M. M. 2020. Metodología de planificación de escenarios para la resiliencia y la equidad de género: REMACAM, Ecuador. Revista Facultad de Comunicación, Lenguas y Literatura PUCE, 2020. Visible en: https://www.academia.edu/42189380/Metodolog%C3%ADa_de_planificaci%C3%B3n_de_escenarios_para_la_resiliencia_y_la_equidad_de_g%C3%A9nero_REMACAM_Ecuador. Recuperado el 21.05.2020.

Dioses-Huayna, D. C. 2019. Caracterización del financiamiento y rentabilidad de las Mypes, sector comercio de recursos hidrobiológicos, concha negra (Anadara tuberculosa) provincia de Zarumilla, región Tumbes año 2018. Universidad Católica los Ángeles de Chimbote. Visible en: http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/9994. Recuperado el 21.05.2020.

Diringer, B.; Pretell, K.; Avellan, R.; Chanta, C.; Cedeño, V. y Gentile, G. 2019. Genetic structure, phylogeography, and demography of Anadara tuberculosa (Bivalvia) from East Pacific as revealed by mtDNA: Implications to conservation. Ecology and Evolution, 9(8):4392-4402.

Domínguez-Domínguez, M. y P. Martínez-Zurimendi. 2019. Beneficios ambientales, usos forestales maderables y no maderables del manglar en la planicie costera. En: La biodiversidad en Tabasco.

Estudio de Estado. 1. CONABIO, México, pp. 243-247.

Espinosa G. S; Delgado, M.F.; Orobio, B.; Mejía-Ladino, L.M. y. Gil-Agudelo, D.L. 2010. Estado de la población y valoración de algunas estrategias de conservación del recurso piangua Andara tuberculosa (Sowerby) en sectores de Bazán y Nerete, costa pacífica nariñense de Colombia. Bol. Invest. Mar. Cost. 39 (1):161-176.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2007. Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura. Factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO 20-24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. ISBN 978-92-5-306115-0. Visible en: http://www.fao.org/3/i0444s/i0444s00.htm. Recuperado el 07.04.2020.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2016. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Roma. 224 pp.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2018. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. Roma. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Visible en: http://www.fao.org/publications/sofia/es/. Recuperado el 07.04.2020.

Farías, A. 2008. Nutrición y alimentación en moluscos bivalvos. En A. Lovatelli, A. Farías e I. Uriarte (eds). Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20-24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura.No. 12. Roma, FAO. pp. 297–308.

Félix-Pico, E; Holguin-Quiñones, O y Escamilla-Montes, R. 2011. Macroinvertebrados marinos asociados al manglar. Departamento de Pesquerías y Biología Marina. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. Capítulo 8. pg 1. México.

Fundación de Defensa Ecológica. 2009. Acuerdo para precio de la concha prieta. Visible en: https://www.eluniverso.com/2009/03/19/1/1447/3837B56A460B4B699F8762CF838D42D8.html. Recuperado el 04.04.2020.

Gómez, A. 2011. Género y desarrollo rural. En: El desarrollo rural en México y Colombia: problemas comunes y respuestas emergentes de los actores coordinadores. 1a ed. -- Bogotá : Editorial Pontificia Universidad Javeriana ; [Coyoacán, México, D.F.]: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Pág. 147 a 150. 312 p.

Gómez-Luna, E., Fernando-Navas, D., Aponte-Mayor, G., Betancourt-Buitrago, L. A. 2014. Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización. Dyna. 81(184): 158-163.

González-Banchón, T. y Solano-Vera, Y. 2019. Estudio de la biometría de anadara tuberculosa (concha prieta) comercializada en el mercado. Journal of business and entrepreneurial studies. 3(1): 27-31.

Google Maps. 2020. Imagen Archipiélago Jambelí, Provincia de El Oro, Ecuador. Visible en: https://www.google.es/maps/search/archipielago+de+jambel%C3%AD+ecuador/@-3.3595864,-80.0931822,11757m/data=!3m1!1e3. Recuperado el 06.04.2020.

Guerrero, P. 2017. Manglar y pesquerías: Seguridad alimentaria y reducción de pobreza. Visible en: https://www.wwf.org.ec/?307590/Cangrejos-en-mercado-de-Caraguay. Recuperado el 05.04.2020.

Helm, M.M.; Bourne, N.; Lovatelli, A. 2006. Cultivo de bivalvos en criadero. Un manual práctico. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 471. (comp./ed.), Roma, FAO. 2006. 184 pp. Visible en: http://www.fao.org/3/y5720s/y5720s04.htm#bm04. Recuperado el 07.04.2020.

Hernández C. L.; Fox Cuthbert, K. y Rivas S. E. 2019. Afectaciones antropogénicas al ecosistema manglar en la zona costera de la comunidad de Pearl, Lagon, municipio Laguna de Perlas. Revista Universitaria del Caribe, 22(1).

IAES (Instituto de Acuacultura del Estado de Sonora). S/F. Moluscos bivalvos. Visible en: https://www.iaes.gob.mx/index.php?pag=productos. Recuperado el 27.02.2020.

INABIO (Instituto Nacional de Biodiversidad). 2019. Desarrollo sostenible de las comunidades ancestrales del ecosistema de manglar. Visible en:

http://inabio.biodiversidad.gob.ec/2019/01/31/40-desarrollo-sostenible-de-las-comunidades-ancestrales-del-ecosistema-de-manglar/. Recuperado el 06.04.2020.

Ipac 2017. El comercio internacional de bivalvos no alcanza el 5% del total producido. Visible en: http://www.ipacuicultura.com/noticias/en_portada/54616/el_comercio_internacional_de_bivalvos_no_alcanza_el_5_del_total_producido.html. Recuperado el 07.04.2020.

Lazarich-Gener, R. 2009. Estudio de mercado de la concha negra (Anadara similis y Anadara tuberculosa) en Nicaragua. Comercialización con garantía de inocuidad. Centro de Investigación de Ecosistemas Acuáticos - CIDEA de la Universidad Centroamericana. 55 p.

Lee, R.; Lovatelli, A.; Ababouch, L. 2010. Depuración de bivalvos: aspectos fundamentales y prácticos. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 511. Roma, FAO. 2010. 153pp.

León de la Luz, J. L; Félix-Pico, E. F; Riosmena-Rodríguez, R. y Serviere-Zaragoza, E. 2011. Los manglares de la península de baja california. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. y Universidad Autónoma de Baja California Sur. pg 10. México.

Lovatelli, A., Vannuccini, S. y McLeod, D. 2008. Current status of world bivalve aquaculture and trade. En A. Lovatelli, A. Farías e I. Uriarte (eds). Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20–24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO. pp. 45–59.

Lucero, C., J. Cantera y R. Neira. 2012. "Pesquería y crecimiento de la piangua (Arcoida: Arci dae) *(Anadara tuberculosa)* en la Bahía de Málaga del Pacífico colombiano, 2005-2007." Rev. Biol. Trop. 60(1): 203-217.

Luchini, L. y Panné Huidobro, S. 2008. Perspectivas en acuicultura: nivel mundial, regional y local. Secretaria de agricultura, ganadería, pesca y alimentos del Gobierno de Argentina. 99 p.

MAE (Ministerio del Ambiente de Ecuador). 2013. Acuerdo Ministerial N°131: Programa Nacional de Incentivos a la Conservación y Uso Sostenible del Patrimonio Natural "Socio Bosque". Visible en: https://ecuadorforestal.org/legislacion-vigente/7935/. Recuperado el 06.04.2020.

MAGAP (Ministerio de Agricultura y Ganadería de Ecuador). 2014. Ecuador y Colombia analizan el estado de la concha prieta. Visible en: https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-y-colombia-analizan-el-estado-de-la-concha-prieta/#. Recuperado el 20.02.2020.

Maldonado, J. E. 2018. Aplicación de la concha prieta ecuatoriana en la alta cocina. Proyecto de titulación. Facultad de Turismo, Hospitalidad y Gastronomía. 67 p. Visible en: http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/8620. Recuperado el: 08.05.2019.

Márquez-Bustamante, C. 2014. Plan de manejo de los manglares del estero Guajabal en el archipiélago de Jambelí. Visible en: http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/1981. Recuperado el 06.04.2020.

Mcleod, E., Chumra, G., Bouillon, S., Salm, R., Bjork, M., Duarte, C., Lovelock, C., Schlesinger, W. y Siliman, B. 2011. A blueprint for blue carbon: toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO2. Frontiers in Ecology and the Environment 9(10): 552–560.

Mendoza N, O. y Alvitres, V. 2013. Crecimiento y supervivencia de Anadara tuberculosa (Sowerby, 1833) a tres densidades. Universidad Nacional de Tumbes, Perú, Revista de Investigación Científica Manglar 12(1): 55-64.

Mendoza, J. 2015. "Evaluación de La Pesquería de La concha prieta (Anadara Tuberculosa) y de La Concha Mica (Anadara Similis) En La Provincia de El Oro, Ecuador. Universidad Técnica de Machala. 117 p.

Mendoza-Portillo F, Ramírez-Rodríguez M, Vargas-López V. 2020. Interactions of small-scale fisheries in Mexico's northwest Pacific. Lat. Am. J. Aquat. Res. 48(1): 94-105.

Menéndez-Carrera, L y Guzmán, J. 2013. Ecosistemas de manglar en el archipiélago cubano. Editorial Academia, Cuba. 471 p. Visible en: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000178568. Recuperado el 06.04.2020.

Molar-Orozco, M. E. 2020. Métodos y técnicas de investigación. 56 p.

Mora, E. y Moreno, J. 2009. La pesquería artesanal del recurso concha (Anadara tuberculosa y A. similis) en la costa ecuatoriana durante el 2004. Boletín Científico y Técnico. 20(1):1-16.

Mora, E; Moreno, J; Jurado, V. y Flores, L. 2010. La Pesquería de La concha prieta *(Anadara tuberculosa)* y Anadara Similis) en el 2009: Indicadores Pesqueros y Condición Reproductiva En La Zona Sur y Norte de Ecuador." Boletín Científico y Técnico 20(8): 35-49.

Moreno-Cáceres, J. 2014. Situación pesquera del recurso concha prieta en los principales puertos de la provincia Esmeraldas durante el 2013. Instituto de Pesca de Ecuador. 16 p.

Morocho, V.; Morales, P.; Escalante, S.; De la Cruz,. J.; Morales, S.; Morales, L.; Vasconez, O.; Vera, I.; Medina, J.; Terán, C.; Carvajal, R.; Chalen, X. 2019. Mancomunidad de organizaciones pesqueras de puerto del morro para la conservación de los manglares y sus recursos pesqueros. Manglares de Ecuador. Visible en: https://manglaresdeamerica.com/index.php/ec/article/view/45/90. Recuperado el: 21.05.2020.

Muñoz-Suarez, C. 2018. Diagnostico socioeconómico del agronegocio conchero (Anadara tuberculosa) en la comuna Las Huacas del Archipiélago de Jambelí. Universidad Técnica de Machala, Ecuador. Trabajo titulación. 66 p.

Murillo-Rivas, J. 2018. Evaluación del efecto de la temperatura en el desove de la piangua Anadara tuberculosa (Bivalva: Arcidae) en condiciones de laboratorio. Universidad del Magdalena. Maestría en Acuicultura. Trabajo de grado. Visible en: http://repositorio.unimagdalena.edu.co/jspui/handle/123456789/3145. Recuperado el: 21.05.2020.

Observatorio de la Complejidad Económica. 2018. Productos. Moluscos. Visible en: https://atlas.media.mit.edu/es/profile/hs92/0307/. Recuperado el 07.04.2020.

Ordinola, E; Alemán, M, S; Inga-Barreto, C; Vera, M. y Llanos, J. 2019. Sinopsis biológica, poblacional y pesquera de Anadara tuberculosa (Sowerby, 1833) y Anadara similis (C.B. Adams, 1852) en los manglares de Tumbes: 1995 a 2015. Bol Inst Mar. 34(1):223-264.

Orquera, L 1999. El Consumo de moluscos por los canoeros del extremo sur. Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XXIV. ISSN 0325-2221. Buenos Aires, 21 p.

Ortiz-Bolaños, D. C. 2019. Análisis de la cadena de valor de la concha negra (Anadara tuberculosa) para el uso sostenible en áreas concesionadas de las comunidades Bunche y Sálima a usuarios/as del ecosistema manglar del cantòn Muisne, provincia de Esmeraldas. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Visible en: http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/12407. Recuperado el: 21.05.2020.

Pacheco-Navarro, C. G. 2017. Etnoarqueología de la actividadconchera en la isla puná. Trabajo final para la obtención del título: Magister en Arqueología del Neotrópico. Espol. FICT., Guayaquil. Visible en: https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/39729. Recuperado el: 21.05.2020.

Panta-Vélez, R. P.; Bermúdez-Medranda, A.; Mero, P.; Arrieche, D. y Acosta-Balbás¸ Vanessa. 2020. Reproductive Cycle of Anadara tuberculosa (Sowerby, 1833) (Bivalvia: Arcidae) in a Mangrove System of the Chone River Estuary, Ecuador. Advances in Environmental Biology, 14(2):1-11.

Pincay-Pérez, B. 2012. Estructura administrativa-operativa comunitaria para la gestión de los emprendimientos eco-turísticos del manglar de palmar en el periodo 2012. Visible en: https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/handle/46000/760. Recuperado el 05.04.2020.

Pintó-Solé, R. M.; Martín de Santos, M. y Bosch-Navarro, A. 2011. Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre contaminación vírica de los alimentos, con especial énfasis en moluscos bivalvos, y métodos de control. Revista del comité científico. 14:89-105.

PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 2015. Medidas para la gestión ecosistémica de las zonas marinas y costeras-Guía de Introducción. ISBN: 978-92-807-3173-6.

Prado-Carpio, E., Martínez-Soto, M., Urdaneta de Galué, F., Morris-Díaz, A. T. y Rodríguez-Monroy, C., Borja-Herrera, A. 2018b. Modelo Teórico de Relaciones entre la Gestión de Agronegocios y el

Desempeño de la Cadena de Valor de la concha prieta (*Anadara tuberculosa*). Visible en: http://www.laccei.org/LACCEI2018-Lima/meta/FP396.html. Recuperado el 04.04.2020.

Prado-Carpio, E., Quezada-Abad, C., Martínez-Soto, M., Rodríguez-Monroy, C., y Morris-Díaz, 2018a. An Approximation to Agribusiness Development in the Value Chain of the Bivalve Mollusk« *(Anadara tuberculosa)* (Sowerby, 1833) (Arcidae)». Proceedings in Food System Dynamics, 382-393.http://centmapress.ilb.uni-bonn.de/ojs/index.php/proceedings/article/view/1831.

Prado-Carpio, E; Castro-Armijos, C; Rentería-Minuche, P; Coronel-Reyes, J; Paladines-Amaiquema, J y Martínez-Soto, M. 2019. Agronegocio Conchero (Anadara tuberculosa): Aspectos socioeconómicos, Archipiélago de Jambelí. Revista Cumbres. 5(2):79-88.

Rendón-Yllescas, M. K., Suárez Gómez, E. V. y M.T. Mejía. 2009. Manejo Sustentable Y Comercialización De concha prieta En Cautiverio, En Puerto El Morro--Provincia Del Guayas, http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/1426?show=full. Recuperado el 07.04.2020.

Rivas-Mejía, J. R. 2018. Determinación de minerales y metales pesados en Anadara tuberculosa (Concha peluda) en la Bahía de Jiquilisco Doartamento de Usulután El Salvador. Bachelor thesis, https://ues.edu.sv. Recuperado 22.05.2020.

Rodríguez Crespo, G., Chiriboga Calderón, F., y Lojan Feijoo, A. 2016. las camaroneras ecuatorianas: una polémica medioambiental. Revista Universidad y Sociedad, 8(3): 151-156.

Sanjurjo-Rivera, E; Welsh-Casas, S. 2005. Una descripción del valor de los bienes y servicios ambientales prestados por los manglares Gaceta Ecológica, núm. 74, enero-marzo, 2005, pp. 55-68. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Distrito Federal, México.

Silva-Benavides, A y Bonilla, R. 2014. Estructura de la población y distribución de Anadara tuberculosa Sowerby (1833) (Mollusca: Bivalvia) en los manglares de Golfito y Playa Blanca de Puerto Jiménez, Golfo Dulce, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 63(1): 287-298.

Tapia-Santos, D. C. 2020. Picantería Don Viche en la ciudad de Babahoyo. Universidad Técnica de Babahoyo. Visible en: http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/7434. Recuperado el: 21.05.2020.

Tripaldi, P.; Carrasco Peña, M. y Webster Coello, G. R. 2016. Capacidad bioacumuladora de metales pesados en moluscos bivalvos de los esteros del cantón Balao. Universidad del Azuay. Visible en: http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/6480. Recuperado el 22.05.2020.

Valencia-Caicedo, K. 2013. Factores determinantes de la competitividad del sector conchero en comunidades de la reserva ecológica manglares cayapas mataje (remacam), del cantón San Lorenzo, Esmeraldas: caso de estudio FEDARPOM [Internet]. Facultad Latinoamerica de Ciencias Sociales FLACSO; 2013. Disponible en: https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/xmlui/handle/10469/6960. Recuperado el 04.04.2020.

Wijsman J.W.M., Troost K., Fang J., Roncarati A. 2019. Global Production of Marine Bivalves. Trends and Challenges. In: Smaal A., Ferreira J., Grant J., Petersen J., Strand Ø. (eds) Goods and Services of Marine Bivalves. Springer, Cham

Zambrano, L y Estupiñán, R. 2019. Asociación de pescadores y recolectores de productos del mar - ASOPESCMAR: Experiencias con el acuerdo de uso sustentable y custodia de manglar 2016 – 2019. Manglares de Ecuador Páginas 271 a 279. Visible en: http://www.manglaresdeamerica.com/index.php/ec/article/view/43/86. Recuperado el 06.04.2020.

Zavala-Arellano, J. M. 2019. Aislamiento y caracterización molecular de bacterias oxidadoras de azufre presentes en la sangre del molusco bivalvo Anadara tuberculosa (Sowerby 1833) "concha negra". Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. http://190.108.84.117/handle/UNPRG/4771 Recuperado el 21.05.2020.

REVISTA ESPAMCIENCIA
para el agro

ACEPTABILIDAD DE GALLETAS CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE HARINAS DE QUINUA, PLÁTANO, AVENA Y ENDULZANTES

ACCEPTABILITY OF BISCUITS WITH DIFFERENT CONCENTRATIONS OF FLOWERS FROM QUINOA, BANANA AND OAT AND DIFFERENT LEVELS OF SWEETENERS

Orley Javier Quimis Moreira, Kathya Sayonara Reyna Arias, Stephanie Lainez López, Luis Eduardo Flores Holguín

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Av. Circunvalación vía San Mateo - Manta, Manabí, Ecuador

Email: kathya.reyna@uleam.edu.ec

Información del artículo

Tipo de artículo:
Artículo original

Recibido:
05/09/2019

Aceptado:
20/06/2020

Licencia:
CC BY-NC-SA 4.0

Revista ESPAMCIENCIA
11(1):47-54

DOI:
https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v11i1.187

Resumen

Las harinas han servido para elaborar un sinnúmero de alimentos que favorecen a diversas funciones del cuerpo, las mismas que cambian su valor nutricional dependiendo de la fuente que provengan; el objetivo de la investigación fue determinar la aceptabilidad de galletas a base de una combinación de harinas de quinua, plátano, avena y endulzantes. Se evaluó las características sensoriales de: olor, color, sabor y textura, para lo cual se empleó un panel de 36 catadores no entrenados, se utilizó una escala hedónica en un rango de 1 a 5 puntos, considerándose como 1 al menor puntaje y el 5 como el puntaje óptimo. Se establecieron 12 tratamientos. Mediante análisis sensorial se determinó el mejor tratamiento con la formulación: harina de quinua 25% + harina de plátano 50% + harina de avena 25% con 32% de azúcar. El mejor tratamiento presentó un 6,76% de proteínas, 10,74% de grasas, 21,69% de cenizas, 4,72% de humedad, 0,08% de fibras, 82,92% de carbohidratos, 383,02 de calorías, un pH de 6,35 y 0,16 acidez. Los análisis microbiológicos estuvieron dentro de los parámetros acordados por la norma INEN 2085. El costo de producir 30 galletas es de $1,52 esto significa que cada galleta tiene un valor de $0,05., con un precio comercio de $2,25 la bolsa de 30 galletas, tiene una rentabilidad del 32,4%. Las combinaciones de harinas resultaron dentro de los parámetros de inocuidad establecidos en las normas oficiales ecuatorianas, siendo la harina de quinua la mejor mezcla con mejores características nutricionales.

Palabras clave: harina**,** análisis sensorial, nutrientes, galleta.

Abstract

Flours have been used to make a number of foods that support various body functions, which change their nutritional value depending on the source they come from; the objective of the research was to determine the acceptability of biscuits based on a combination of quinoa, banana and oat flours and sweeteners. The sensory characteristics of: smell, color, flavor and texture were evaluated, for which a panel of 36 untrained tasters was used. A hedonic scale was used in a range of 1 to 5 points, with 1 being considered the lowest score and 5 the optimal score. Twelve treatments were established. Sensory analysis determined the best treatment with the formulation: quinoa flour 25% + banana flour 50% + oat flour 25% with 32% sugar. The best treatment presented 6.76% protein, 10.74% fat, 21.69% ash, 4.72% moisture, 0.08% fiber, 82.92% carbohydrates, 383.02 calories, a pH of 6.35 and 0.16 acidity. The microbiological analyses were within the parameters agreed by the INEN 2085 Standard. The cost of producing 30 biscuits is $ 1.52 dollars; this means that each biscuit has a value of 5 cents, with a trade price of $ 2.25, the bag of 30 biscuits, has a profitability of 32.4%. The combinations of flours showed properties that are within the safety parameters established in the official Ecuadorian Standards, being the quinoa flour the best mixture with better nutritional characteristics.

Keywords: flour, sensory analysis, nutrients, biscuit.

INTRODUCCIÓN

Las harinas de los cereales y demás productos han servido para elaborar un sinnúmero de alimentos durante el desarrollo de la humanidad. Estas harinas han servido para el bienestar de las personas ya que esta clase de alimento es rico en carbohidratos y proteínas, que nos ayudan a diversas funciones del cuerpo. Al ser combinados estos productos tendrán un mejor beneficio apartando fibras al organismo que lo consumen.

En el Ecuador y en otros países del mundo existen problemas de desnutrición y nutrición inadecuada, especialmente en niños de etapa preescolar y escolar, los cuales no disponen fácilmente de alimentos balanceados nutricionalmente debido a que su alimentación se orienta a alimentos con alto valor energético, que no tiene minerales como: calcio, fósforo, hierro, de igual manera su contenido de fibra y proteína, lo que conlleva a las carencias nutricionales en el organismo (Chávez y Saltos, 2011).

Según (MSP, 2002) las provincias con mayor déficit alimenticio son Cotopaxi y Tungurahua (Sierra) y Esmeraldas (Costa). En ellas habita la mayor cantidad de gente que vive en extrema pobreza y al no contar con suficientes recursos económicos tienen menos acceso a los alimentos, por tanto, son susceptibles a la desnutrición (Figueroa, 2005).

La mala información, así como una mala alimentación y nutrición son los principales factores por los cuales existe la desnutrición y obesidad en todo el mundo. La industria harinera ecuatoriana es importadora de trigo en un 90% - 95% para sus derivados como pan, pasta, galletas y otros, sin embrago debido a la problemática mundial de alimento, estratégicamente es necesario involucrar otras materias primas en la elaboración de productos con valor agregados y que cumplan con los requerimientos impuestos por las instituciones de control. Las galletas hoy en día constituyen uno de los alimentos más versátiles gracias a su consumo masivo y aceptabilidad de las distintas clases de galletas que existen en los mercados, estas son consumidas por niños y adultos de todas las edades. En la norma INEN 2085. “Se define a las galletas como productos elaborados, fundamentalmente por una mezcla de harina, grasas comestibles y agua adicionada o no de azúcares y otros productos alimenticios o alimentarios (aditivos, aromas, condimentos, especias etc.), sometida a proceso de amasado y posterior tratamiento térmico, dando lugar a un producto de presentación muy variada, caracterizado por su bajo contenido de agua (INEN, 1996).

La galleta es un producto que permite aprovechar el uso de otros tipos de harinas de fuentes nutricionales elevadas, que aporten beneficios para la salud de niños, jóvenes y adultos. La combinación de quinua, rica en proteínas, calcio y hierro, el plátano como uno de los alimentos más nutritivos y a su vez es uno de los frutos más utilizados en la costa del Ecuador y la avena como cereal completo que debe formar parte de una dieta equilibrada ya que tiene un elevado contenido en fibra dietética soluble y aportando también proteínas, lípidos, vitaminas, minerales y polifenoles, como las avenantramidas (Aparicio y Ortega, 2016). En la mezcla perfecta se puede aprovechar todos estos beneficios en un solo bocado, que además de saludable resulta ser delicioso.

Con los antecedentes estudiados la intención de esta investigación fue elaborar una galleta mejorada teniendo como composición básica una mezcla de harina de quinua, harina de plátano, harina de avena, con un alto valor de eficiencia proteica determinando el mejor tratamiento con un estudio sensorial y desarrollar un análisis bromatológico, microbiológico, físico químico y estudio económico del mismo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima

Las harinas de quinua, plátano y avena, y los demás ingredientes que se utilizaron para la elaboración de la galleta se adquirieron o compraron en el Supermercado SUPERMAXI (Grupo La Favorita C.A.).

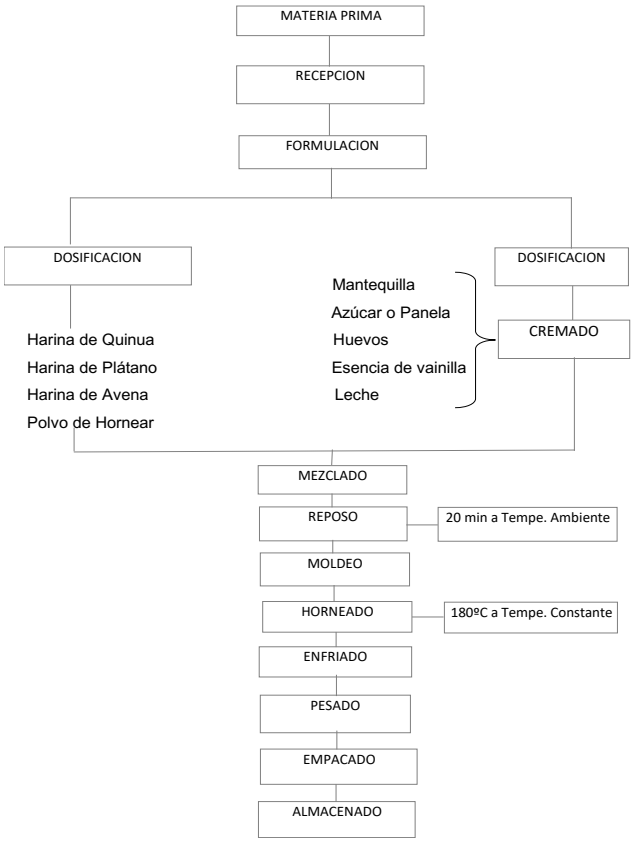


Figura 1. Procedimiento de elaboración de la galleta

A continuación, se detalla las operaciones realizadas para la obtención de los tratamientos en estudio:

Características de las unidades experimentales

Las unidades experimentales tuvieron un tamaño de 1940 g por cada tratamiento los cuales tenían su respectiva formulación de acuerdo a lo mostrado en el cuadro 1. Se obtuvo un número de 36 unidades experimentales, el diseño y forma de las galletas mantuvo homogeneidad y fueron envasadas en fundas de polipropileno de 250 g.

Cuadro 1. Formulación de los tratamientos

Trat.	Harinas	Endulzantes	Combinaciones	Descripción
1	A1	B1	A1B1	Harina de quinua 50%+harina de plátano 25%+harina de avena 25% azúcar 30%
2	A1	B2	A1B2	Harina de quinua 50%+harina de plátano 25%+harina de avena 25% azúcar 32%
3	A1	B3	A1B3	Harina de quinua 50%+harina de plátano 25%+harina de avena 25% panela 32%
4	A1	B4	A1B4	Harina de quinua 50%+harina de plátano 25%+harina de avena 25% panela 35%
5	A2	B1	A2B1	Harina de quinua 25%+harina de plátano 50%+harina de avena 25% azúcar 30%
6	A2	B2	A2B2	Harina de quinua 25%+harina de plátano 50%+harina de avena 25% azúcar 32%
7	A2	B3	A2B3	Harina de quinua 25%+harina de plátano 50%+harina de avena 25% panela 32%
8	A2	B4	A2B4	Harina de quinua 25%+harina de plátano 50%+harina de avena 25% panela 35%
9	A3	B1	A3B1	Harina de quinua 25%+harina de plátano 25%+harina de avena 50% azúcar 30%
10	A3	B2	A3B2	Harina de quinua 25%+harina de plátano 25%+harina de avena 50% azúcar 32%
11	A3	B3	A3B3	Harina de quinua 25%+harina de plátano 25%+harina de avena 50% panela 32%
12	A3	B4	A3B4	Harina de quinua 25%+harina de plátano 25%+harina de avena 50% panela 35%

Análisis estadístico

Se aplicó un diseño completamente al azar con 12 tratamientos que consistieron en el porcentaje y tipo de harina y endulzante para la elaboración de las galletas. Los datos para obtener el mejor tratamiento en el análisis sensorial se evaluaron mediante análisis de varianza y las diferencias de medias se la realizó con el estadístico Tukey al 5% con Kruskall Wallis, utilizando el programa estadístico SPSS statistics.

Análisis sensorial

En el análisis sensorial se realizaron inicialmente pruebas afectivas, debido a que se utilizaron catadores no entrenados. Se realizó las pruebas organolépticas a 12 tratamientos, la cual estuvo determinada de acuerdo a los siguientes parámetros a determinar en la escala hedónica; olor, color, sabor y textura mediante la puntuación en un rango de 1 a 5 puntos, considerándose como 1 al menor puntaje y el 5 como el puntaje óptimo. Para las pruebas organolépticas se formaron equipos, por cada tratamiento que fueron distribuidos al azar, a cada uno de los catadores se les entregó el respectivo formulario, una vez obtenido los valores se procedió a la tabulación respectiva de los datos.

Análisis bromatológicos, determinación de proteínas (Método INEN 465)

Con la relación 1:25 se realiza la digestión en el equipo kjeldahl por dos horas hasta que la muestra se haga totalmente líquida, después del reposo se añaden los reactivos especificados en la metodología estándar y se lleva al equipo nuevamente y posteriormente se ubica en el tubo de destilación y se titula para emplear la fórmula del método

Determinación de grasas (Método AOAC17°TH)

A la muestra se le ubica un testigo, se cubre con los reactivos especificados en el método por cinco horas hasta que destile éter para ser llevado a la estufa por una hora a 105°C y después por media hora a 105°c, se deseca y se pesa 5 veces hasta que la diferencia entre los resultados de las dos operaciones de pesaje sucesiva no exceda de 0,2 mg. Finalmente se emplea la fórmula estándar de la metodología.

Determinación de cenizas (Método AOAC 938.08)

Se realiza el pesaje de materiales a emplear en la mufla precalentada a 600°c por 25 minutos, se lleva al desecador para posteriormente pesar y utilizar la fórmula estándar de la metodología

Determinación de humedad (Método AOAC 934.01)

La muestra es llevada a la estufa por dos horas a 135°C, posteriormente se ubica en un desecador para su pesaje y utilizar la fórmula estándar de la metodología.

Determinación de fibra (Método INEN 542)

La muestra con solución de ácido sulfúrico al 0,1 N se enraza hasta 200 ml, se lleva al digestor de fibra hasta la ebullición y se mantiene por 30 minutos, se enfría y filtra para ser enrazado a 200 ml con hidróxido de sodio a 0.1 N. Nuevamente se repite el proceso con el digestor de fibra. Se lleva a la estufa a 130°c por dos horas, después en el desecador por media hora y se realiza el pesaje, se repite el proceso mencionado anteriormente para emplear la fórmula estándar de la metodología.

Determinación de carbohidratos (Cálculo de los carbohidratos disponibles)

En alimentos naturales se empleó la fórmula 1

Hidratos de carbono disponibles=100-(H+C+P+G Total+FD Total) **(1)**

Determinación de aerobios mesófilos, mohos y levaduras (AOAC 997.02)

La muestra se mezcla con los reactivos especificados, se homogeniza y reposa por 15 minutos, al sedimentarse se traspasa a tubos de ensayo y se inician las diluciones para generar los cultivos en láminas de petrifilm ubicadas en la estufa por 24 horas a 35° y las placas ubicadas en una funda plástica y hermética a temperatura ambiente por cinco días, finalmente se realiza el conteo de colonias comparando con la norma NTE INEN para galletas 2085 (2005).

Análisis físico-químico

Determinación de acidez (Método volumétrico); la muestra es diluida en agua para realizar la prueba estándar de titulación.

Determinación de pH (Método INEN 181)

La muestra es homogenizada para emplear la relación 1:10 y realizar la determinación del pH introduciendo los electrodos del potenciómetro en el vaso de precipitación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El mejor tratamiento se determinó mediante análisis sensorial con la presencia de 36 catadores o degustadores semientrenados los cuales, mediante la escala hedónica de los parámetros a obtener color, olor, sabor, textura, determinaron el tratamiento T6 (A2B2) como el más aceptable.

Cuadro 2. Resultado de los parámetros olor, color, sabor y textura

Trat.	Olor		Color		Sabor		Textura	
	Medias		Medias		Medias		Medias	
t1	2,72	c	2,67	d	2,03	f	2,61	d
t2	2,97	b c	3,00	c d	2,81	d e	2,78	d
t3	3,00	b c	3,08	b c	2,75	e	3,06	b c d
t4	3,11	b c	3,06	b c d	3,11	b c d e	2,86	c d
t5	3,42	b	3,19	b c	3,50	b	3,28	b c
t6	3,92	a	3,83	a	4,19	a	3,92	a
t7	3,25	b	3,17	b c	3,08	b c d e	3,08	b c d
t8	3,06	b c	3,03	c d	3,00	c d e	2,97	b c d
t9	3,19	b	3,03	c d	2,89	c d e	2,61	d
t10	3,33	b	3,44	a b	3,19	b c d e	3,06	b c d
t11	3,31	b	3,36	b c	3,36	b c	3,33	b c
t12	3,31	b	3,14	b c	3,28	b c d	3,39	b

a, b Valores con diferentes superíndices difieren significativamente $p < 0.05$.

Según los resultados obtenidos estadísticamente el mejor tratamiento en los parámetros establecidos como color, olor, sabor y textura es el tratamiento T6 (A2B2), elaborado con 25% de harina de quinua, 50% de harina de plátano, 25% de harina de avena y 32% de azúcar, el cual determina su aceptación en todos los parámetros establecidos junto con la escala hedónica, considerando que son los azúcares obtenidos del plátano los que influyen en el sabor de las galletas, según lo que expresa (Tobar *et al*., 2017).

El parámetro de olor se observa si existe una diferencia significativa de 0,5 puesto que la media del T6 es 3,92 con respecto a los demás tratamientos. En cuanto a la aceptación del olor, se atribuye a la cantidad de azúcares obtenidos del plátano (Castaño *et al.,* 2019).

El parámetro de color del T6 presenta una media de 3,83 y una diferencia de 0,33 con relación al resto de tratamientos, factor generado por reacción de Maillard. En la recombinación de proteínas, lípidos con azúcares, generando un tono oscuro, estando asociados al 'dorado' (browning) de los alimentos (Rossi, 2007).

El parámetro de sabor el T6 con una media de 4,19 y una diferencia con relación al resto de tratamientos de 0,69. Tradicionalmente en nuestro medio, la gente está acostumbrada a consumir plátano por su diversa variedad de elaboración de platos típicos, por lo que se considera que el sabor fue más aceptable, al tener en su composición mayor porcentaje de harina de plátano (Videa *et al.,* 2018).

El parámetro de textura T6 con una media de 3,92 y una diferencia con relación al resto de tratamientos de 0,59. En comparación con los resultados obtenidos por Llerena (2010) "con respecto a la textura de la galleta el 66% de los padres investigados señalaron que es muy crujiente la de la muestra 3 (harina de trigo 80%, harina de quinua 20%, azúcar 50%)". Según lo reportado por Vázquez *et al.* (2018) la textura del producto final depende estrictamente de la cantidad de grasa y su contenido en las formulaciones (Torres *et al.,* 2019).

Análisis bromatológicos realizados al mejor tratamiento

Por medio de los análisis organolépticos y estadísticos se determinó el mejor tratamiento y luego se procedió a realizar los análisis bromatológicos donde se obtuvieron los siguientes resultados como se detalla en el cuadro 3.

Cuadro 3. Valores promedios nutricionales del mejor tratamiento T6

Item	Parámetros	Métodos	Unidad	Resultados T6 (A2b2)
1	Proteína	INEN 465	%	6,76
2	Ceniza	AOAC 938,08	%	2,69
3	Humedad	AOAC 934,01	%	4,72
4	Grasa	AOAC 17°Th	%	10,74
5	Fibra	INEN 542	%	0,08
6	Carbohidratos	Cálculo de los carbohidratos disponibles	%	82,92
7	Calorías	Cálculo de los carbohidratos disponibles	Kcal/G	383,02

A2b2: código del tratamiento 6

Analizando los resultados obtenidos en el cuadro 3, con respecto al parámetro de proteína presentó mayor

porcentaje en el producto final, con lo especificado en la norma NTE INEN 2085 (2005) "requisitos bromatológicos especificados para galletas; proteína min 3%". Debido a la sustitución de harina de trigo por tres clases de harinas se da un porcentaje final de 6,76% y por ello el aumento del valor nutritivo del producto, además cabe recalcar que otras investigaciones realizadas por Kim *et al.* (2002), Chirinos y Vargas (2016), Kishorgoliya *et al.* (2018), Benítez *et al.* (2017) y Fernández *et al.* (2017), Amin *et al.* (2016), nos indican que los valores proteicos aumentan significativamente al añadir algún tipo de harina no convencional, así mismo lo corrobora Sotelo et al (2019), manifestando que la harina de quinua aumenta un 30 % de proteína en las galletas, tomando como referencia el valor mínimo de 3% indicado en la normativa COVENIN 1483-2001 (2019). Así mismo, se realiza la comparación en el parámetro de humedad donde el máximo indicado es de 10% en la normativa NTE INEN, mientras que Sotelo *et al.* (2019) menciona que se incrementa un 30 % los niveles de proteína al utilizar en la mezcla harina de quinua.

El parámetro de cenizas presentó un porcentaje de 2,69% en el producto final el cual es superior a la normativa NTE INEN 2085 (2005) que menciona en la tabla de composición de alimentos para uso práctico, donde el valor es de 1,6%, no obstante el resultado obtenido es inferior a la investigación de Girón (2016), cuyo porcentaje de cenizas es de 4,27% para su formulación de 50% harina de cáscara de plátano verde y 50% harina de trigo, el valor de grasa obtenido es de 10,74% que al compararlo con el valor de 7,21% que presenta Girón se determina que es superior por la presencia de los tres tipos de harinas, a diferencia a lo que manifiesta Chumo y Rodríguez (2018), que en una investigación sobre la sustitución parcial de harinas de cáscara de frutas, obtuvo el 1, 71 % de ceniza, el cual es un valor moderado siendo los límites de cenizas permitido para la galletas el 2 % según la norma mexicana para la elaboración de este producto. El valor de fibra es de 0,08% mientras que en la investigación de Girón (2016), presenta 5,13%, a diferencia a lo que presenta Sosa *et al.* (2018), en su investigación con la calabaza en galletas obtenido 0,05 en fibra, siendo similar el resultado obtenido en la presente investigación.

Los carbohidratos presentan un 82,92%, valor muy superior al 44,02% que presenta Logroño (2014), en su tratamiento T2 (90% harina de trigo y 10% mezcla alimentaria). A diferencia a lo que manifiesta Carrasco y Sánchez (2019), donde utilizaron mezclas de harina de trigo y coronta de maíz morado, obteniendo como resultado en T3 (75 % de haría de trigo y 25 % de coronta de maíz morado) en 68,17 % de carbohidratos siendo inferior al resultado obtenido en la presente investigación, considerando que el plátano presenta una elevada cantidad de almidón en su composición 73,42% según (Soto, 2010) y es el ingrediente con mayor presencia en el mejor tratamiento de las galletas.

Análisis microbiológico realizado al mejor tratamiento

Los resultados microbiológicos se realizaron los primeros días después de elaborado el producto y se detallan a continuación:

Cuadro 4. Valores en ufc/g de aerobios mesófilos, mohos y levaduras al mejor tratamiento T6

Item	Parámetros	Métodos	Resultados T6 (A2B2)
1	Aerobios Mesófilos	FDA/CFSAN/BAM 3	$< 1x^{10}$ UFC/g
2	Mohos	AOAC 997.02	$< 1x^{10}$ UFC/g
3	Levaduras	AOAC 997.02	$< 1x^{10}$ UFC/g

UFC/g: Unidad formadora de colonias por gramo.

Los resultados obtenidos en el laboratorio se mantuvieron dentro de la norma NTE INEN 2085 (2005) que rige los requisitos microbiológicos para galletas; se determinó entonces que en el análisis a los días siguientes después de elaborado el producto el resultado fue $< 1x^{10}$ que significa que en la determinación de aerobios mesófilos (ufc/g); mohos y levaduras (ufc/g) en una serie de tres (3) placas de petrifilm ninguna salió con cantidad de microorganismos, lo que se establece que esta galleta esta apta para el consumo humano y libre de contaminación microbiológica porque está en el rango de aceptabilidad de la norma e inclusive en cuanto a los mohos y levaduras está por debajo del valor mínimo, los resultados obtenidos se asemejan a los que expresa (Quezada *et al.,* 2019), en su investigación de galletas hechas de harina de trigo y harina de papa china con $1.3x^{10}$ ufc/g.

Análisis físico-químico realizado al mejor tratamiento

Los resultados del mejor tratamiento respeto a los análisis físico-químicos se detallan en el cuadro 5:

Cuadro 5. Resultados de los análisis químicos

Ítem	Parámetros	Métodos	Resultados T6 (A2b2)
1	Ph	INEN 181	6,35
2	Acidez	Volumétrico	0,16%

Los resultados obtenidos en el laboratorio se mantuvieron dentro de la norma NTE INEN 2085 (2005) que rige los requisitos físicos-químicos para galletas; se determinó entonces que en el análisis de pH (potencial de hidrogeno) presentó 6,35 de pH, en lo que es el parámetro acidez tiene 0,16 %, presentando un valor menor en referencia a otras galletas elaboradas, en la investigación de Bravo y Pérez (2016) en donde realizaron galletas enriquecidas de avena y quinua presentando una acidez de 0,15%, dato similar al presente trabajo. El pH en las galletas saladas tiende

hacia valores ácidos (5,13 a 5,7) a diferencia de productos comerciales que tienen valores cercanos a la neutralidad (7,16) Hernández *et al.* (2017), siendo el pH de las galletas elaboradas similares a las comerciales.

Estudio económico al mejor tratamiento

El presente estudio económico se realizó tomando en cuenta la materia prima, insumos, mano de obra, servicios básicos, estimados según el balance de materiales, este se obtuvo del mejor tratamiento por análisis sensorial. Valores por gramos de los ingredientes respectivamente al mejor tratamiento.

Cuadro 6. Valor de los ingredientes por g. respectivamente

Materia Prima	Cantidad usada masa	Precios (Kg.)	Cantidad usada $	Costo Total
Harina de quinua	250 Gr	4,50	2,25	2,25
Harina de plátano	500 Gr	1,16	1,16	1,16
Harina de avena	250 Gr	1,20	0,60	0,60
Azúcar	320 Gr	1,00	0,32	0,32
Leche	200 Gr	0,80	0,18	0,18
Esencia de vainilla	20 Gr	1,50	0,30	0,30
Polvo de hornear	50 Gr	1,06	0,45	0,45
Huevos	200 Gr	0,15	0,45	0,45
Mantequilla	150 Gr	1,00	0,45	0,45
Subtotal	1940 Gr			6,16
Mano de obra				
Obreros	Jornal/Día	90 minutos	8	1,50
Insumos				
Fundas de polipropileno	250gr	0,12	0,72	0,72
Agua	1m3	0,05	0,11	0,11
Gas	Cilindro 15 Gr	1,60	0,065	0,65
Subtotal				1,48
Costo Total Por El Mejor Tratamiento $ 9,14				

El estudio económico de los tratamientos se realizó considerando la formulación de la galleta, a partir de las harinas de quinua, plátano y avena, usando azúcar e insumos restantes, ubicándoles valores y unidades en gramos tales como se los utilizó para el proceso de elaboración de la galleta.

Se indica la estimación económica para la producción de un lote por 1940 gr para el mejor tratamiento T6 (A2B2), para el cual salieron 180 galletas, estimando 30 galletas por cada bolsa, con un peso de 250 g. El gasto en producir un total de 1940 g de masa inicial presentó un valor de $ 9,14 dólares, a diferencia de la investigación de Darkhshan (2012) donde utilizó harina convencional en cantidades pequeñas e industriales donde los costes de producción fueron significativamente bajos.

Se determinó un valor a producir por cada funda de 250 g con un costo de $1,52 en 30 galletas, esto significa que cada galleta tiene un valor de $ 0,05, con un precio comercio de $2,25 la bolsa de 30 galletas, tiene una rentabilidad del 32,4%, estando en el rango de precios que actualmente están en el mercado, teniendo en consideración que el producto es natural e innovador en el mercado nacional e internacional. Según Llerena (2010) la quinua como es de origen vegetal posee aminoácidos esenciales como la lisina, lo que duplica el valor nutricional en este este cereal. Las galletas elaboradas de quinua, plátano y avena representan una posibilidad de alimentación sana y saludable para niños y adultos de todas las edades, según lo menciona Soni *et al* (2018) y hasta cierta manera disminuir enfermedades del corazón, diabetes, presión arterial alta, presentando un aporte importante la investigación realizada.

CONCLUSIONES

El tratamiento T6 presentó mejores características sensoriales que el resto de los tratamientos, presentando en su composición mayor porcentaje de harina de plátano, resultando ideal para cualquier público objetivo. Los parámetros estudiados estuvieron dentro de la normativa NTE INEN 2085 y se estimó un valor económico de venta, siendo un producto competitivo en relación a las demás galletas del mercado. Resulta necesario evaluar los beneficios que brinda a la salud para que pueda ser considerado un producto funcional.

LITERATURA CITADA

Amin, T., Bashir, A., Dar, B., Naik, H. 2016. Development of high protein and sugar-free cookies fortified with pea (Pisum sativum L.) flour, soya bean (Glycine max L.) flour and oat (Avena sativa L.) flakes. Rev. International Food Research Journal 23(1): 72-76

AOAC 934.01. 2000. Métodos oficiales de análisis International. Determinación de cenizas.

AOAC 938.08. 2005. Métodos oficiales de análisis International. Determinación de cenizas.

AOAC 997.02. 2016. Métodos oficiales de análisis International. Determinación de aerobios mesófilos, mohos y levaduras.

AOAC17°TH. 2000. Métodos oficiales de análisis International. Determinación de grasas.

Aparicio, A. y Ortega, R. 2016. Efectos del consumo del beta-glucano de la avena sobre el colesterol sanguíneo: una revisión. Rev. Esp Nutr Hum Diet. 20(2):127 - 139.

Benítez, B., Olivares, J., Ortega, M., Barboza, Y., Rangel, L., Romero, Z. 2017. Formulación y evaluación fisicoquímica, microbiológica y sensorial de galletas enriquecidas con linaza como alimento funcional. Rev. Sociedad Venezolana de Farmacología Clínica y Terapéutica. 36(4):106-113.

Bravo, J., Pérez, J. 2016. Evaluación del grado de sustitución de harina de avena (Avena Sativa) y harina de hoja de quinua (Chenopodium Quinoa) para formular una galleta enriquecida. Rev. Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación. 3- 2.

Carrasco, C. y Sánchez Cajo, K. 2019. Determinación de la aceptabilidad de galletas elaboradas con diferentes concentraciones de harina de coronta de maíz morado (Zea mays l). Tesis de grado. Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo". Lambayeque – Perú. Pp. 1-85.

Castaño, M., Correa, D. & Agudelo., L. 2019. Elaboración de productos tipo tallarín libres de gluten y evaluación de sus propiedades fisicoquímicas. Rev. U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica. 22.(1):2-7.

Chávez, O. y Saltos, A. 2011. La nutrición y su influencia en el aprendizaje escolar de los niños/as de 4to año de educación general básica de la escuela "Joaquín Chiriboga" del cantón Guamote provincia del Chimborazo periodo 2010-2011. Guamote-Chimborazo-Ecuador.

Chirinos, W. y Vargas, N. 2016. Análisis proximal de galletas de harían de trigo (Triticum Vulgare): Tapirama (Phaseolus Lunatus) de Pueblo Nuevo de Paraguaná.

Chumo, N. y Rodríguez, J. 2018. Influencia de la sustitución parcial de harinas de cáscara de frutas en perfil de textura y calidad nutricional de una galleta. Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí. Manabí-Ecuador. Pp. 1-57.

COVENIN 1483:2001. 2019. Galletas: Norma Venezolana

Darkhshan, K. 2012. Production and profitability of flour confectionary products in different sizes of Bakery Industry in Marathwada region (M. S.) India. Rev. Science Research Reporter 2(2):146-151

Fernández, A., Rojas, E., Garcia, A., Mejia, J., Bravo, A. 2017. Evaluación fisicoquímica, sensorial y vida útil de galletas enriquecidas con subproductos proteicos de suero de quesería. Rev. Universidad del Zulia. vol. XXVI(2):71-79.

Figueroa, D. 2005. Acceso a los alimentos como factor determinante de la seguridad alimentaria y nutricional y sus representaciones en Brasil. Rev. Revista Costarricense de Salud Pública. 14(27).

Girón, J. 2016. Elaboración y valoración bromatología de galletas funcionales a base de cáscara de plátano verde (Musa paradisiaca) enriquecidas con semillas de Zambo (Cucurbita ficifolia) y endulzadas con stevia. Riobamba- Ecuador.

Hernández, M. Castañeda, D. Corona, M. Rangel, A. Flores, M. Cerón, A. 2017. Compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en galleta salada a base de desechos agroindustriales. 2:27-33.

Kim, L. Lee, I,. Kang, J., Kim G. 2002. Quality Characteristics of cookies with varius levels of funcional rice flour. Korean J. Food SCI. Technology. 34(4):642-646.

Kishorgoliya, N., Mehra, M., Goswami, P. 2018. Nutritional quality of the developed multigrain flour and cookies. Rev. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. Pp. 2886-2888

Llerena, K. 2010. Utilización de harina de quinua y trigo para la elaboración de galletas para niños del parvulario. Riobamba: Escuela Superior Politécnica, Chimborazo.

Logroño, M. 2014. Análisis bromatológico, sensorial y aceptabilidad de galletas y bebidas nutritivas a base de una mezcla de quinua, arveja, zanahoria y tocte. ESPOCH.

MSP (Ministerio de Salud Pública). 2002. Protección social en salud: Ecuador. Disponible en: https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2010/Exclusion_Salud_Ecuador_2002.pdf

NTE INEN 181. 1991. Norma Técnica Ecuatoriana. Determinación de cloruros y el índice de pH.

NTE INEN 2085. 2005. Norma Técnica Ecuatoriana. Galletas.

NTE INEN 465. 1980. Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria. Determinación de la proteína bruta.

NTE INEN 542. 1981. Norma Técnica Ecuatoriana. Determinación de fibra.

Quezada, L., Contreras, C., Martínez, E., Mero, F. & González, H. 2019. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de papa china (Colocasia esculenta) sobre las propiedades reológicas de la masa y sensoriales de galletas dulces. Rev. Alimentos Hoy. 27(47):49-63.

Rossi, J. 2007. La combinación de los azucares con las biomoléculas desde la cocina al organismo. Rev. ResearchGate. 67(2):162

Soni, N., Kulkarni, A., Patel, L., 2018. Studies on development of high protein cookies. Rev. International Journal of Chemical Studies. 6(6):439-44

Sosa, A., Urrieta, J., Hernández, R. & Antonio, R. 2018. Caracterización nutrimental de productos alimenticios a base de haría de calabaza "Cucurbita lundelliana". Rev. Técnicas de Enfermería. 2(6): 22-31.

Sotelo, A., Bernuy, N., Vilcanqui, F., Paitan., E., Ureña., M. & Vílchez. 2019. Galleta elaborada con harina de quinua, fibras del endospermo de tara y hojas de agave: Valor biológico y aceptabilidad global. Rev. Scientia Agropecuaria. 10(1):73-78.

Soto, V. 2010. Cuantificación de almidón total y de almidón resistente en harina de plátano verde (musa cavendishii) y banana verde (musa paradisíaca). Rev. Boliviana de Química. 27 (2) :94-96.

Tobar, A., Hernández, A., Quintanilla, L. & Girón, S. 2017. Elaboración de galletas sin gluten utilizando granos básicos guatemaltecos: Maíz blanco y Frijol negro. Rev. Ingeniería y Ciencia. 1: 21-46.

Torres, L., Flórez, I. & Tarazona, M. 2019. Desarrollo de una galleta dulce reducida en grasa y azúcar, enriquecida con harina de amaranto. Rev. Nutrición Clínica Y Dietética Hospitalaria. 39 (2):134-139.

Vázquez, l., Quiñones, O., Trancoso, N., Pensabén, J. & Ochoa, L. 2018. Evaluación sensorial y propiedades fisicoquímicas de galletas suplementadas con harina de camote (Ipomoea batatas L.). Rev. Agroproductividad. 11(7):113-119.

Videa, M., Villareyna, F., Roda, H. & López F. 2018. Harina de plátano (musa paradisiaca l.) En combinación con harina de maíz, para la elaboración de tortillas. Rev. De Ciencia y Tecnología El Higo. 8: 10-21.